

# MANUAL DE DETALLAMIENTO

PARA ELEMENTOS DE  
HORMIGÓN ARMADO

SANTIAGO - JUNIO - 2019



Derechos reservados:

© 2019 Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile Josué Smith Solar N°360, Providencia  
Santiago - Chile

Segunda Edición: Junio 2019

Registro de Propiedad Intelectual: 182.442

ISBN 978-956-8852-00-9

#### NOTA DEL EDITOR

Consecuente con el objetivo de este texto, se autoriza su reproducción parcial para ser incorporado a la documentación técnica de obras, condicionado únicamente a citar que este material proviene del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.



## PRÓLOGO

El Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile se complace en presentar esta segunda edición del “Manual de Detallamiento para Elementos de Hormigón Armado”, trabajo que ha sido desarrollado por la Comisión de Diseño Estructural en Hormigón Armado de nuestro instituto.

Un agradecimiento especial merecen los integrantes de esta Comisión Srs. Manuel Saavedra S. y Carl Lüders Sch. quienes han tenido la dura tarea de plasma en esta nueva edición las lecciones aprendidas después del terremoto del 27F y a la vez poner al día la presentación de los detalles con las nuevas tecnologías de modelación 3D.

Este trabajo nació con la intención de ayudar a los profesionales del área en la difícil misión de realizar un correcto detallamiento de los proyectos, que permita obtener edificaciones seguras y económicas, objetivo que hemos mantenido en esta segunda edición.

Aún cuando este manual está dirigido a ingenieros de proyecto y proyectistas estructurales, también tiene un gran valor en la formación de personal especializado en la colocación de armadura y puede ser usado tanto como guía para la colocación de armaduras en terreno, como para la confección de planos.

Por la naturaleza de esta publicación, nos hemos enfocado en generar varias alternativas para la disposición de armaduras, indicando - a través de notas y cuando es necesario- los cuidados que se deben tener en cuenta para la elección de una determinada solución.

Las recomendaciones que hace el Manual están basadas en las exigencias del Código ACI 318, en recomendaciones basados en el material bibliográfico sobre el tema y en la experiencia chilena en la construcción y comportamiento de estructuras de hormigón armado frente a solicitaciones estáticas y sísmicas.

Esperamos que éste manual siga evolucionando en el tiempo e incorpore nuevos casos y soluciones. Sin duda, la experiencia de los usuarios es un gran aporte en el camino por corregir y seguir completando este material. Por ello los invitamos cordialmente a enviarnos sus sugerencias y comentarios.

Augusto Holmberg Fuenzalida  
Gerente General  
Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile



## COMISIÓN DE DISEÑO ESTRUCTURAL EN HORMIGÓN ARMADO

La Comisión de Diseño Estructural en Hormigón Armado nace el año 1994, como una iniciativa del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile y la Cámara Chilena de la Construcción, tendiente a abordar desde el punto de vista del diseño estructural los principales problemas de especificación y construcción de las estructuras de hormigón armado, en una época en que no existía una normativa clara en torno al tema.

El principal objetivo era entonces proponer un Código de Diseño de Hormigón Armado, basado en el ACI 318. El trabajo de la Comisión posibilitó la aprobación de la norma de Hormigón Armado - Requisitos de Diseño y Cálculo NCh 430 y en la actualidad trabaja con el fin de generar futuras actualizaciones para ésta, además de una serie de normativas complementarias, que busca impulsar y promover en el ámbito del diseño en hormigón, albañilería y prefabricados.

Esta Comisión está conformada por destacados ingenieros estructurales del país, ligados a la práctica profesional y al quehacer académico del hormigón armado.

### Integrantes

Fernando Yáñez U.	IDIEM. (Presidente)
Marcial Baeza S.	Marcial Baeza y Asociados
Patricio Bonelli C.	Patricio Bonelli y Asociados
Jorge Carvallo	Carvallo y Asociados
Ernesto Herbach A.	Serviu Metropolitano
Augusto Holmberg F.	Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile
René Lagos C.	René Lagos y Asociados
Alfonso Larraín V.	Alfonso Larraín y Asociados
Carl Lüders Sch.	Pontificia Universidad Católica
Leonardo Massone	Universidad de Chile
Rodrigo Mujica V.	VMB Ingeniería Estructural
Fabián Rojas	Universidad de Chile
Manuel Saavedra S.	Ruiz-Saavedra y Cía.
Hernán Santa María	Pontificia Universidad Católica
Patricio Tapia Z.	Consultor





# CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. ALCANCE</b>	<b>6</b>
<b>3. NOMENCLATURA</b>	<b>6</b>
<b>4. REQUISITOS BÁSICOS</b>	<b>7</b>
4.1 Corrosión y limpieza de las barras de refuerzo	7
4.2 Enderezado de barras	7
4.3 Amarras de alambre	7
4.4 Soldadura entre barras y a barras de refuerzo	7
4.5 Espaciamiento mínimo entre barras de refuerzo	7
4.6 Recubrimiento mínimo	7
4.7 Doblado de barras (ACI 318-14 Cap. 25.3)	9
4.7.1 Diámetros mínimos de doblado	9
4.7.2 Doblado de barras de borde en zonas cóncavas	9
4.7.3 Doblado de barras parcialmente embebidas en hormigón	9
4.8 Anclaje de barras y empalmes por traslapo	9
<b>5. DISPOSICIONES BÁSICAS</b>	<b>10</b>
5.1 Anclaje de los refuerzos	10
5.2 Empalmes de refuerzos por traslape.	10
5.4 Espaciamiento máximo entre estribos	11
5.5 Amarras transversales de barras en compresión	12
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>13</b>
<b>TABLA 1.</b>	
Diámetro mínimo interior de doblado y geometría de gancho estándar para barras corrugadas en tracción	14
<b>TABLA 2.</b>	
Diámetro mínimo interior de doblado y geometría de gancho estándar para estribos, amarras y estribos cerrados de confinamiento.	15
<b>ANEXO - DETALLES TÍPICOS</b>	<b>17</b>



# 1. INTRODUCCIÓN

Para que las estructuras tengan un buen comportamiento para soportar cargas estáticas y dinámicas (sísmicas entre otras) no basta con un buen diseño. La adecuada colocación de la armadura, cuyo detallamiento a veces no se incluye en forma completa en los planos de estructuras, es fundamental para poder obtenerlo. Frente a problemas (fallas) debido a una colocación inapropiada de los refuerzos generalmente se dice que no se cumplió con la buena práctica de la ingeniería.

Es, por lo tanto, muy importante disponer de un manual que indique muy claramente cómo se debe doblar y disponer la armadura de refuerzo, al menos en los casos de uso más frecuente y mostrar también algunas malas prácticas que se usan con relativa frecuencia. Este Manual no entrega elementos para el diseño de refuerzos de elementos de hormigón armado, sino que únicamente da a conocer la forma en que se debe doblar y en que debe quedar colocada la armadura para que pueda trabajar en forma adecuada y permita un hormigonado apropiado del elemento. El detallamiento es un arte, fruto de la experiencia, apoyada en una base teórica.

Este Manual indica solamente el detallamiento de los refuerzos para casos corrientes de aparición frecuente. Situaciones especiales deben ser indicadas por el Ingeniero Civil Estructural en los planos de estructuras. Los planos de cálculo, las especificaciones técnicas, las anotaciones en el libro de obras, lo indicado en la norma NCh430.Of2008

y lo indicado en el decreto DS60 del MINVU del 02-11-11, prevalecen sobre las recomendaciones de este Manual. En cualquier caso, se deberá cumplir como mínimo con lo estipulado en ACI 318-14.

Este Manual se refiere solamente a la forma en que debe quedar colocada la armadura después del hormigonado. No se refiere a la forma en que se debe sujetar la armadura para que no se desplace durante el hormigonado, ni a los elementos para hacerlo. Tampoco se refiere a la forma en que se debe almacenar la armadura en la obra ni a los procedimientos de doblado de ella.

Las recomendaciones que se indican en este Manual están basadas en las exigencias del Código ACI 318-14, las recomendaciones que contiene el material bibliográfico que se detalla en la sección 6 (Referencias bibliográficas) y la experiencia chilena en la construcción y el comportamiento de estructuras de hormigón armado frente a sollicitaciones estáticas y sísmicas.



## 2. ALCANCE

Este Manual solamente cubre detalles de refuerzos para elementos corrientes de hormigón armado.

No incluye uniones soldadas, manguitos ni otros elementos especiales para unir barras de refuerzo.

El Manual no incluye refuerzos electrosoldados.

No incluye técnicas de colocación de los refuerzos. Solamente se refiere a la forma en que deben quedar colocados los refuerzos después del hormigonado.

No incluye medidas de seguridad para la colocación de refuerzos.

No incluye refuerzos recubiertos con resina epóxica.



## 3. NOMENCLATURA

**3.1 Amarras:** Las amarras se utilizan para fijar barras entre sí durante el proceso de construcción (armado de los refuerzos y hormigonado de los elementos). Generalmente son de alambre recocido del N° 16 ó 18.

**3.2 Armadura principal:** Armadura que va más cerca de la cara exterior de muros y losas.

**3.3 Armadura secundaria:** Armadura que va detrás de la armadura principal.

**3.4 Armadura de retracción:** Armadura mínima necesaria para controlar la fisuración por retracción en elementos sin restricción externa importante.

**3.5 Empalme:** Mecanismo que permite la transmisión de esfuerzos entre dos barras orientadas en una misma dirección. Los empalmes pueden ser por simple traslape, mecánicos o soldados.

**3.6 Estribos (cercos):** Barras dobladas formando un polígono (en general rectángulo o rombo) que se utilizan para resistir los esfuerzos de corte de vigas y machones, para armar y confinar vigas y machones y para acortar la luz de pandeo de barras (de columnas, vigas y muros) sometidas a compresión .

**3.7 Gancho normal:** Doble en el extremo de las barras (de geometría bien definida por la norma) que permite reducir la distancia necesaria para transmitir el esfuerzo de diseño de la barra ( $f_y$ ) al hormigón.

**3.8 Longitud de desarrollo:** Distancia que una barra debe estar embebida en el hormigón para poder transmitir al hormigón el esfuerzo de diseño de la barra ( $f_y * A_s$ ).

**3.9 Resaltes:** Protuberancias de las barras de refuerzo que permiten mejorar la adherencia entre el hormigón y las barras de refuerzo.

**3.10 Tensión de fluencia:** Tensión para la cual se inician deformaciones plásticas.

**3.11 Trabas:** Elementos que sirven para cerrar estribos abiertos, confinar mallas de refuerzo de muros y evitar el pandeo de barras comprimidas de columnas y muros

**3.12 Zuncho:** Refuerzo en forma de espiral de columnas.





## 4. REQUISITOS BÁSICOS

El hormigón es un material que resiste bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, su resistencia frente a solicitaciones de tracción es precaria e incierta y de característica frágil. Debido a ello normalmente se desprecia su resistencia a la tracción en el diseño. Las tracciones se toman con barras de acero.

A continuación se indican una serie de aspectos técnicos que, además del buen diseño y la buena construcción, son fundamentales para que las estructuras de hormigón armado tengan un buen comportamiento.

### 4.1 Corrosión y limpieza de las barras de refuerzo

Se permite el uso de barras con un grado de corrosión menor, siempre que esté firmemente adherido a la superficie de las barras y no haya comprometido la sección de ellas. No se acepta el uso de barras sucias con lechada de cemento, aceite o cualquier otro tipo de material que pueda afectar la adherencia entre el hormigón y las barras.

### 4.2 Enderezado de barras

**4.2.1** Las barras en rollos no se deben enderezar por estiramiento. El enderezado se debe hacer exclusivamente con máquinas de enderezado de rodillos y con barras especiales que después del enderezado sigan cumpliendo con los requisitos de la norma NCh204.

**4.2.2** Solamente se debe autorizar el doblado y posterior enderezado de barras secundarias, siempre que el diámetro de doblado sea superior a  $10d_b$ .

### 4.3 Amarras de alambre

Las amarras de alambre que se utilizan para sujetar la armadura de refuerzo tienen como único fin mantener la armadura en su posición correcta durante el hormigonado. No están pensadas para transmitir esfuerzo alguno durante el trabajo del elemento de hormigón armado.

### 4.4 Soldadura entre barras y a barras de refuerzo

No se permite soldar barras de refuerzo entre sí, ni soldar cualquier tipo de elemento a los refuerzos. Tampoco se permite soldar entre sí barras que se intersecten con el fin de mantener el refuerzo en posición durante el hormigonado. Actualmente existen barras soldables para las cuales la restricción anterior no es válida.

### 4.5 Espaciamiento mínimo entre barras de refuerzo

La distancia mínima entre las barras de elementos de hormigón armado debe ser igual o mayor al diámetro de la barra y no menor a 25mm (1,5 veces el diámetro de las barras y 40mm en elementos sometidos a compresión) para permitir un adecuado hormigonado de la pieza y para que el hormigón que rodea a la barra pueda transmitir (recibir y entregar) los esfuerzos a que puede quedar sometida. Esta separación debe cumplirse también en las zonas de empalme, excepto entre las barras que se están empalmando, que irán yuxtapuestas.

Cuando el refuerzo se coloque en dos o más capas, las barras de las capas su-

periores deben colocarse exactamente sobre las barras de las capas inferiores con una distancia libre entre capas no menor a 25mm.

En muros y losas la separación de las barras de refuerzo principal por flexión no debe ser mayor a 3 veces el espesor del muro o de la losa, ni de 450mm.

### 4.6 Recubrimiento mínimo

Las barras de refuerzo de elementos de hormigón armado deben quedar recubiertas de hormigón por tres razones fundamentales:

- i. Para que las barras puedan transmitir los esfuerzos a que pueden quedar sometidas, al hormigón y viceversa.
- ii. Para proteger las armaduras de la corrosión.
- iii. Para proteger la armadura del calor de posibles incendios.

	Recubrimiento libre mínimo, mm <sup>(1)</sup>	
	Condiciones normales <sup>(2)</sup>	Condiciones severas <sup>(3)</sup>
(a) Hormigón colocado contra el suelo y permanentemente expuesto a él	50	70
(b) Hormigón expuesto al suelo o al aire libre:		
Barras $\varnothing 18$ a $\varnothing 56$	40	50
Barras $\varnothing 16$ y diámetros menores	30	40
(c) Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo:		
Losas, muros, nervaduras:		
Barras $\varnothing 44$ y $\varnothing 56$	40	40
Barras $\varnothing 16$ a $\varnothing 36$	20	20
Barras $\varnothing 12$ y menores	15	20
Vigas, columnas:		
Armadura principal	30	40
Amarras, estribos, zunchos	20	30
Cáscaras y placas plegadas:		
Barras $\varnothing 18$ y mayores	20	20
Barras $\varnothing 16$ , alambres de 16mm de diámetro y menores	15	15

<sup>(1)</sup>Para elementos pretensados y elementos prefabricados se debe consultar la norma Nch 430.

<sup>(2)</sup> Condiciones ambientales severas:

i. Interior de edificios donde la humedad es alta (cocinas industriales, saunas, lavanderías. No se aplica a recintos habitacionales).

ii. Zonas donde se produce escurrimiento de agua (jardineras, balcones)

iii. Condiciones atmosféricas industriales o marítimas adversas.

<sup>(3)</sup> Condiciones ambientales normales:

Condiciones no incluidas en la categoría de condiciones severas

## 4.7 Doblado de barras (ACI 318-14 Cap. 25.3)

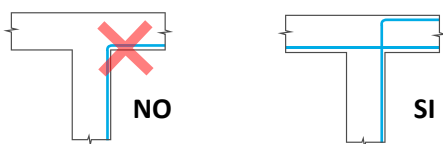
### 4.7.1 Diámetros mínimos de doblado

Las armaduras no deben doblarse con radios de curvatura muy pequeños con el fin de evitar que la barra aplaste el hormigón en la zona cóncava de la barra. El diámetro interior de doblado no debe ser menor que  $6d_b$  para barras entre 10 y 25mm de diámetro y menor a  $8d_b$  para barras de más de 25mm de diámetro. El diámetro de doblado de estribos hasta 16mm de diámetro podrá ser de  $4d_b$ .

### 4.7.2 Doblado de barras de borde en zonas cóncavas

Las barras nunca deben quedar colocadas con su lado cóncavo hacia el recubrimiento (Figura 1), a menos que se disponga de refuerzos (estribos) especiales que sean capaces de tomar los esfuerzos de desviación que se producen en el doblez.

#### Caso A



#### Caso B



#### Caso C

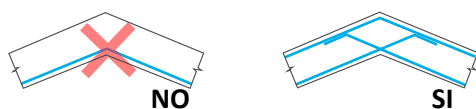


Figura 1 Ejemplos de doblado correcto e incorrecto.

### 4.7.3 Doblado de barras parcialmente embebidas en hormigón

Barras parcialmente embebidas en el hormigón no deben doblarse en obra a menos que se indique así en los planos de cálculo.

### 4.8 Anclaje de barras y empalmes por traslape

Para que las barras de acero puedan cumplir su función (principalmente tomar las tracciones que se producen en el elemento de hormigón) es necesario que se deformen con el hormigón que las rodea y sus extremos deben estar debidamente anclados al hormigón. Ambos efectos implican transferencia de esfuerzos entre el hormigón y las barras de refuerzo (y viceversa) y se consiguen en gran parte gracias a los resaltes de las barras.

El largo de anclaje que se requiere para que la barra sea capaz de desarrollar su tensión de fluencia se denomina largo de desarrollo, por lo tanto, para que las barras puedan trabajar en forma adecuada deberán extenderse más allá del lugar en que se necesitan en una longitud igual a su largo de desarrollo. La longitud del anclaje de las barras se puede acortar doblando el extremo de la barra en forma de gancho.

**4.8.1** Las zonas de anclaje y empalme de barras deben quedar confinadas.

**4.8.2** Se recomienda que los empalmes por traslape se dispongan en forma escalonada.

**4.8.3** Se recomienda que los refuerzos de losas no terminen en una misma línea. Se sugiere que terminen en forma escalonada con diferencias de longitud mayor de 1,5 veces el espesor de la losa y 1,5 veces el espaciamiento de las barras.



## 5. DISPOSICIONES BÁSICAS

Las recomendaciones que se entregan a continuación corresponden a un resumen de las recomendaciones del Capítulo 25 del Código ACI 318-14. Estas recomendaciones fueron elaboradas para resolver casos simples, que, eventualmente, no quedaron bien detallados en los planos y para enfatizar aspectos importantes del detallamiento de los refuerzos.

### 5.1 Anclaje de los refuerzos

Para que los refuerzos puedan desarrollar las tracciones que son capaces de resistir en fluencia, deben estar debidamente ancladas en sus extremos. Este anclaje se obtiene prolongando la armadura más allá de la sección en que se requiere su resistencia de fluencia en un largo que se denomina longitud de desarrollo:  $\ell_d$  para barras en tracción y  $\ell_{dc}$  para barras en compresión.



Figura 2 Longitud de desarrollo para barras en tracción

Para refuerzos de 22mm de diámetro y mayores, normalmente confinados, del tipo A630-420H, en hormigón G25, que tengan un recubrimiento  $> d_b$  y un espaciamiento  $> 2d_b$ , las longitudes de desarrollo son:  $\ell_d = 50d_b$  y  $\ell_{dc} = 20d_b$  con un mínimo de 300mm. A estas longitudes conviene agregarles 50mm, quedando así en:

$$\ell_d = 50d_b + 50(\text{mm}) \geq 350 \text{ mm}$$

$$\ell_{dc} = 20d_b + 50(\text{mm}) \geq 350 \text{ mm}$$

Para barras de diámetro menor a 22mm el valor de  $\ell_d$  se podrá reducir en un 20%, sea:

$$\ell_d = 40d_b + 50 \text{ mm}$$

Si se trata de barras horizontales que al hormigonar tienen más de 300mm de hormigón fresco bajo ellas, dicho valor debe multiplicarse por 1,3. Para casos que no corresponden a los casos normales indicados anteriormente se deben usar los largos de desarrollo indicados en la sección 25 del código ACI 318-14.

Los largos de anclaje, y muy especialmente el espacio necesario para materializar el anclaje, se puede reducir si se dobla el extremo de la barra en forma de gancho. Los ganchos standard que propone el ACI se indican en la Figura 3. Al usarlos, la longitud de anclaje se puede reducir a  $\ell_{dh} = 20d_b$  para hormigón G25, acero A630-420H, recubrimientos  $> d_b$ , espaciamiento  $> 2d_b$  y menos de 300mm de hormigón fresco bajo las barras horizontales. El gancho de 90° debe quedar colocado dentro del núcleo confinado de la

columna o elemento de borde.

Se debe tener especial cuidado de no anclar las barras de refuerzo en el recubrimiento, como tiende a ocurrir en el encuentro de vigas con columnas o con muros de un mismo espesor.

### 5.2 Empalmes de refuerzos por traslape.

Los refuerzos se pueden empalmar por simple traslape de las barras. Los empalmes por traslape deben ubicarse preferentemente en zonas comprimidas del hormigón.

El largo de traslape de empalmes de barras traccionadas debe ser igual a  $\ell_d$  si el empalme se efectúa en una zona comprimida del hormigón y  $1,3 \ell_d$  si el empalme se encuentra en una zona traccionada del hormigón.

Los empalmes deben ubicarse preferentemente en forma escalonada a lo largo del elemento.

Las zonas de anclaje y empalme de barras siempre deben quedar confinadas por estribos o trabas.

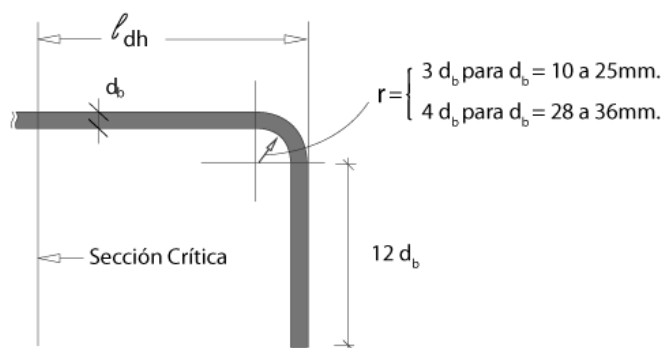


Figura 3 Detalle de gancho Standard y definición de  $d_h$

### 5.3 Estribos y trabas

Los estribos y trabas cumplen varias funciones de gran importancia en el comportamiento de los elementos de hormigón armado. Entre las funciones más importantes destacan:

**5.3.1** Incrementar la resistencia al corte de vigas, columnas y muros.

**5.3.2** Confinar el hormigón de columnas y de las zonas comprimidas de las vigas.

**5.3.3** Confinar las zonas de empalmes de barras en tracción y compresión.

**5.3.4** Amarrar las barras en compresión para evitar su pandeo prematuro.

En general los estribos deben tener la forma que se muestra en la Figura 4. Sus diámetros interiores de doblado deben ser  $> 4d_b$ , para barras hasta 16mm de diámetro y sus ganchos deben estar doblados en  $135^\circ$  y tener un largo mínimo de  $6d_b$ , pero no  $< 75\text{mm}$ .

La traba suplementaria debe tener ambos extremos doblados en un ángulo

mayor o igual que  $135^\circ$ .

El refuerzo de los elementos especiales de borde debe satisfacer:

- El diámetro de las barras longitudinales en los elementos de borde debe ser menor o igual que un noveno de la menor dimensión del elemento de borde.
- El diámetro del refuerzo transversal del elemento de borde debe ser igual o mayor que un tercio del diámetro del refuerzo longitudinal.

Se debe preferir el uso de estribos cerrados. Utilizar estribos compuestos solamente en aquellos casos en que es prácticamente imposible colocar estribos cerrados.

### 5.4 Espaciamiento máximo entre estribos

**5.4.1** En elementos sometidos a compresión moderada (columnas, bordes de muros, zonas comprimidas de vigas) el espaciamiento entre estribos no

debe exceder 16 diámetros de la barra longitudinal, 48 diámetros del estribo, o la menor dimensión del elemento.

**5.4.2** En elementos sometidos a compresiones elevadas (columnas, bordes de muros especiales, zonas comprimidas de vigas que requieren de confinamiento especial) el espaciamiento entre estribos y trabas no debe exceder 6 diámetros de la barra longitudinal ni de la mitad del espesor del muro.

**5.4.3** En vigas el espaciamiento máximo entre estribos debe ser menor a la mitad de la altura del elemento. Los estribos de confinamiento de los refuerzos de compresión de las vigas deben cumplir con las exigencias indicadas en 5.4.1 y 5.4.2.

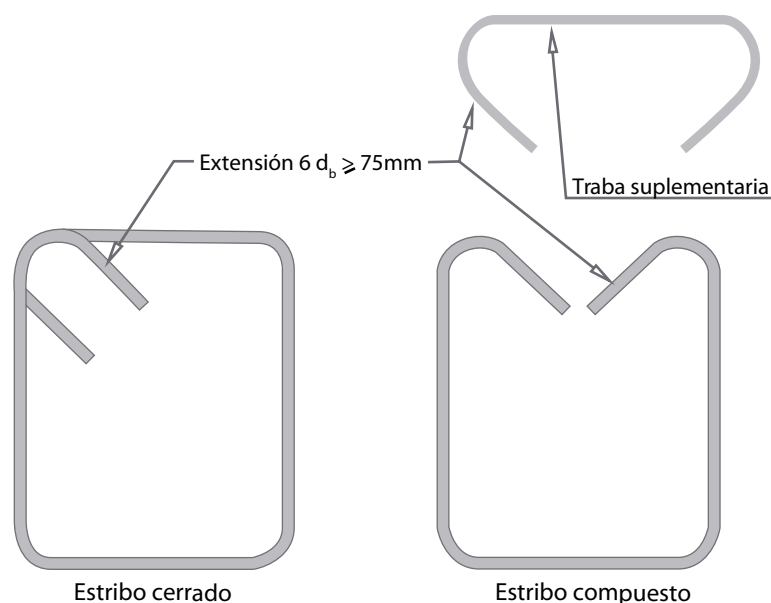


Figura 4 Formas típicas de estribos

**5.4.4** El primer estribo de vigas y columnas debe quedar situado a una distancia menor a  $s/2$  de la cara de apoyo del elemento (donde “s” = espaciamiento de los estribos del elemento).

**5.4.5** Las zonas de empalmes de barras deben quedar confinadas por estribos cerrados en la longitud de traslape. El espaciamiento de los estribos en columnas no debe exceder un cuarto del espesor del elemento ni 100mm.

### 5.5 Amarras transversales de barras en compresión

Barras en compresión de columnas y muros deben amarrarse transversalmente a una distancia que impida su pandeo antes de alcanzar la tensión de fluencia. Los estribos pueden cumplir esta función siempre que la barra no quede a más de 150 mm de una rama transversal del estribo (ver Figura 5).

### 5.6 Refuerzo mínimo por retracción y temperatura (Sección 24.4 del ACI-318-14)

La cuantía de refuerzo mínima que deben llevar las losas y muros de largos menores a 6m que no posean una restricción significativa al libre movimiento, es la siguiente:

$$\rho \geq 2\% \text{ para A630 - 420H}$$

Si existe restricción significativa del

libre movimiento deben considerarse los requisitos de la sección 5.3.6 del ACI 318-14.

### 5.7 Requisitos mínimos para obtener la integridad estructural (Sección 4.10 del ACI 318-14)

El detallamiento adecuado de los refuerzos es fundamental para lograr la integridad estructural.

Para estructuras construidas en obra, el código ACI 318-14 trae una serie de recomendaciones cuyos aspectos relevantes se resumen a continuación:

**5.7.1** Las vigas del perímetro de la estructura deben tener un refuerzo continuo de al menos dos barras superiores con una sección no menor a un sexto del refuerzo negativo en el apoyo y barras inferiores de al menos un cuarto del refuerzo de tracción requerido para el momento positivo. (Sección 9.7.7.1 ACI 318-14)

**5.7.2** Posibles empalmes de las barras de continuidad deberán ser empalmes de tracción clase B (Tabla 25.5.2.1 ACI 318-14) que resistan al menos 25% más que la tensión de fluencia real de la barra menor que se está empalmando.

**5.7.3** Los posibles empalmes de las barras de continuidad superiores deben efectuarse cerca de la mitad

del vano. Los posibles empalmes de las barras de continuidad inferiores deben efectuarse cerca del apoyo o en él (Sección 9.7.6.5 ACI 318-14)

Para construcciones de hormigón prefabricado, las secciones 16.2.1.8, 16.2.4 y 16.2.5 del código ACI 318-14 tienen una serie de recomendaciones cuyos aspectos relevantes se resumen a continuación:

**5.7.4** Deben proporcionarse amarras de tracción en sentido transversal, longitudinal y vertical, y alrededor del perímetro de la estructura, para unir efectivamente los elementos.

**5.7.5** Para construcciones hasta dos pisos, las conexiones entre el diafragma y los elementos que está soportando lateralmente deben tener una resistencia mínima de 4.4 kN/m.

**5.7.6** Los paneles de muro deben tener un mínimo de dos amarres verticales de integridad por muro con una resistencia de 44 kN/amarre.

**5.7.7** No se deben usar detalles de conexión que dependan solamente de la fricción causada por cargas gravitacionales.

**5.7.8** La efectividad de las conexiones para transmitir esfuerzos entre elementos debe ser determinada por medio de análisis y ensayo.

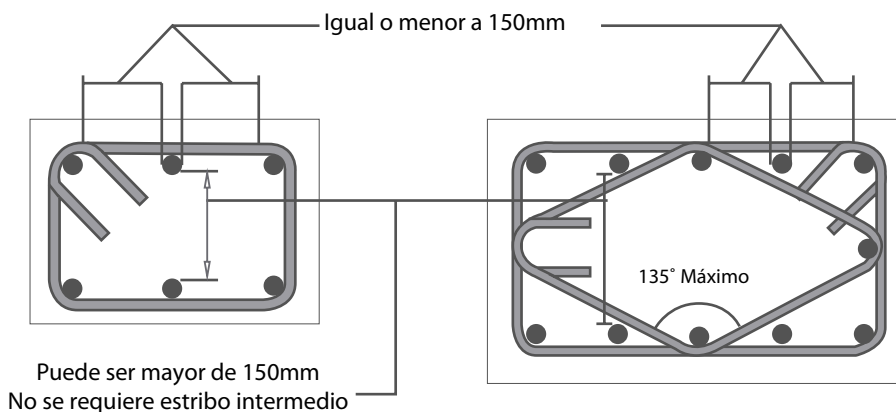
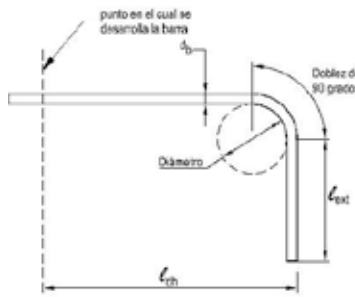
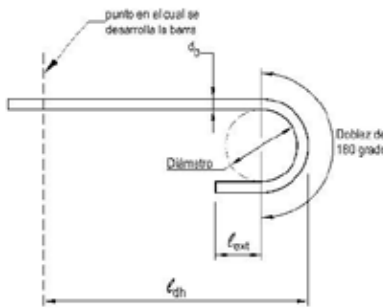


Figura 5 Distancia máxima entre amarras transversales de barras en compresión

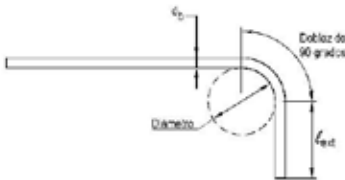
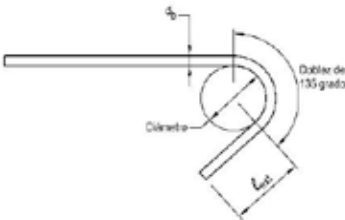
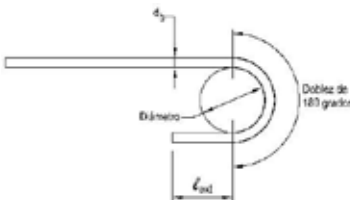
# **TABLA 1. DIÁMETRO MÍNIMO INTERIOR DE DOBLADO Y GEOMETRÍA DE GANCHO ESTÁNDAR PARA BARRAS CORRUGADAS EN TRACCIÓN**

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra, mm	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta <sup>[1]</sup> $\ell_{ext}$ mm	Tipo de gancho estándar
Ganchos de 90 grados	6 a 8	$5d_b$	$12d_b$	
	10 a 25	$6d_b$		
	28 a 36	$8d_b$		
	44 a 56	$10d_b$		
Ganchos de 180 grados	6 a 8	$5d_b$	Mayor de $4d_b$ y 40mm	
	10 a 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	28 a 36	$8d_b$		
	44 a 56	$10d_b$		

[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblado y largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia del anclaje del gancho.



**TABLA 2. DIÁMETRO MÍNIMO INTERIOR DE DOBLADO Y GEOMETRÍA DE GANCHO ESTÁNDAR PARA ESTRIBOS, AMARRAS Y ESTRIBOS CERRADOS DE CONFINAMIENTO.**

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra, mm	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta $\ell_{ext}$ mm	Tipo de gancho estándar
Ganchos de 90 grados	6 a 8	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 50mm	
	10 a 16		Mayor de $6d_b$ y 75mm	
	18 a 25	$6d_b$	$12d_b$	
Ganchos de 135 grados	6 a 8	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 50mm	
	10 a 16		Mayor de $6d_b$ y 75 mm	
	18 a 25	$6d_b$		
Ganchos de 180 grados	6 a 8	$4d_b$	Mayor de $4d_b$ y 50mm	
	10 a 16		Mayor de $4d_b$ y 65mm	
	18 a 25	$6d_b$		

[1] El gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento incluye el diámetro interior del doblado específico y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia del anclaje del gancho.



## 6 .- DETALLES TÍPICOS DE LA ARMADURA

En este capítulo se muestra en forma gráfica detalles característicos de la armadura correspondiente a los siguientes casos:

Columnas

Vigas

Encuentros Viga-Columna

Muros

Encuentros Muro-Viga

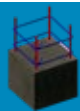
Losas

Encuentros Muro-Losas

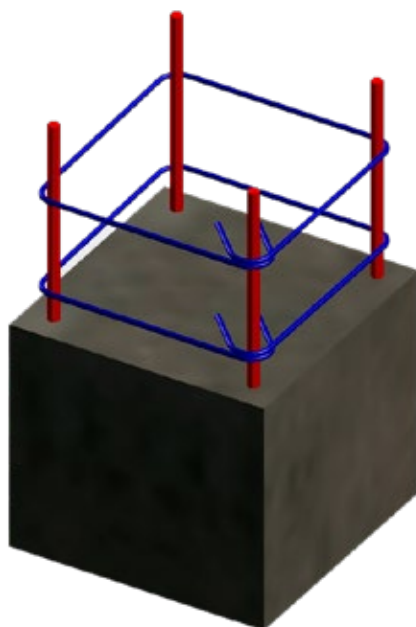
Encuentros Viga-Losas

Casos especiales





## COLUMNA CON 4 BARRAS



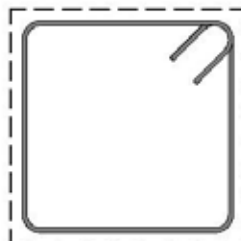
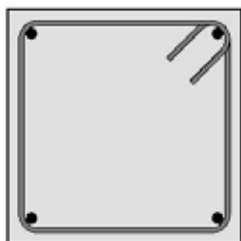
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 4

Estribos: 1

Trabas: 0



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

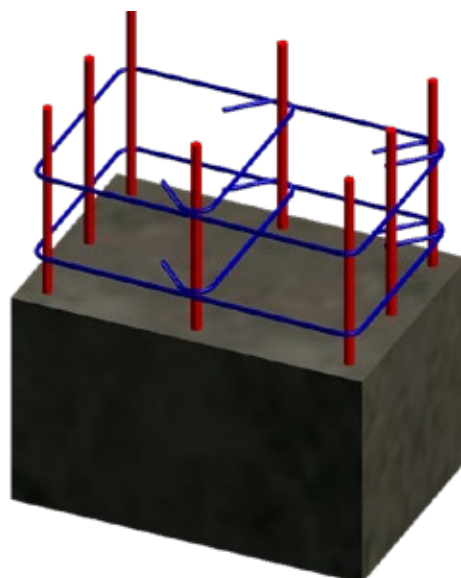
---

---

---



## COLUMNA CON 6 BARRAS



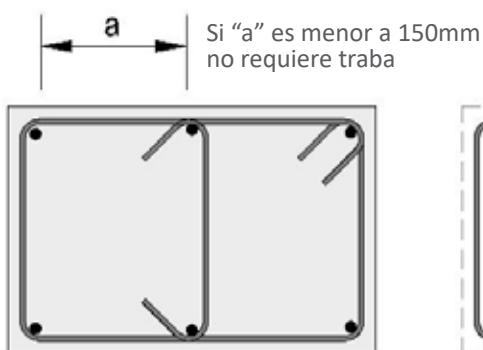
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 6

Estribos: 1

Trabas: 1



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

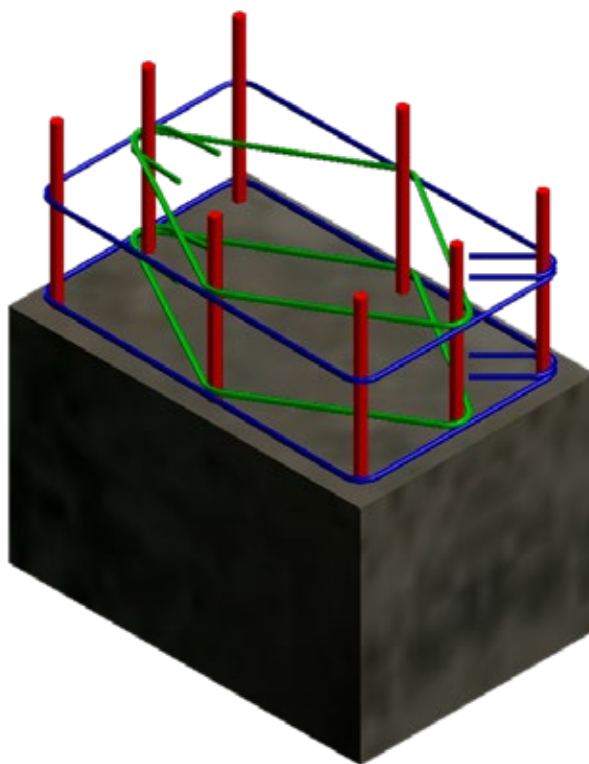
---

---

---



## COLUMNA CON 8 BARRAS (CASO 1)



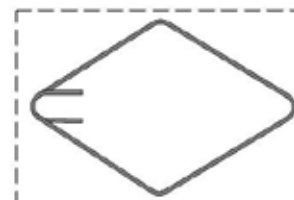
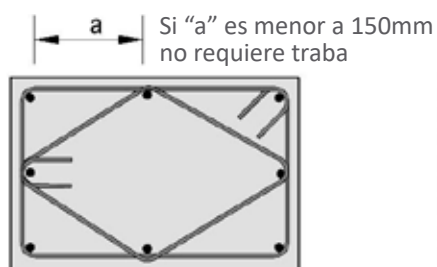
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 8

Estribos: 2

Trabas: 0



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

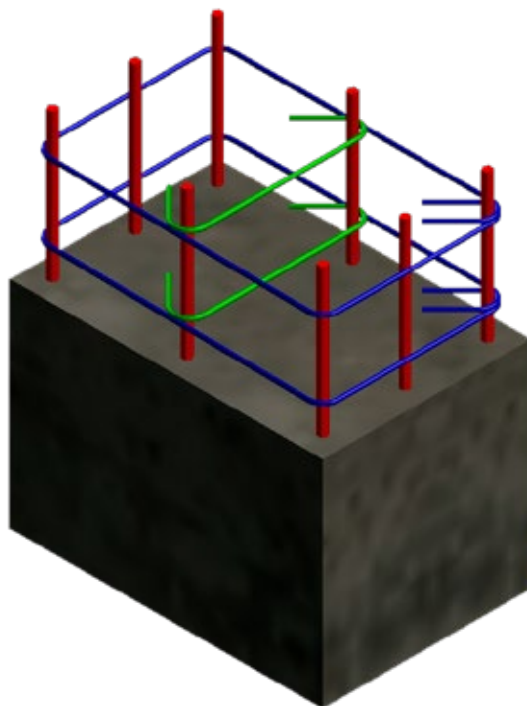
---

---

---



## COLUMNA CON 8 BARRAS (CASO 2)



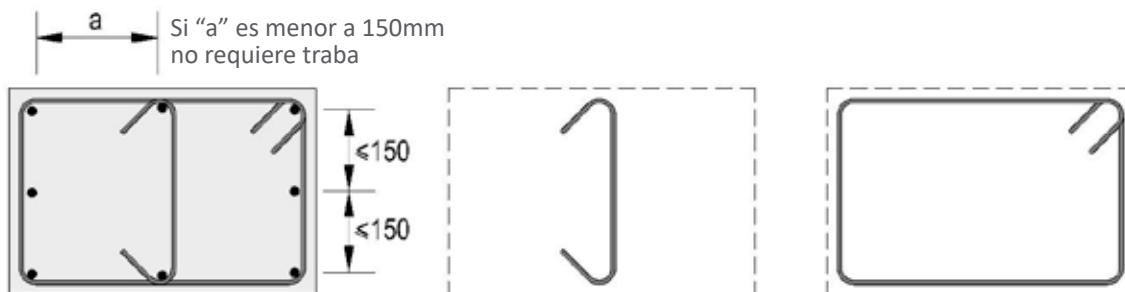
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 8

Estribos: 1

Trabas: 1



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

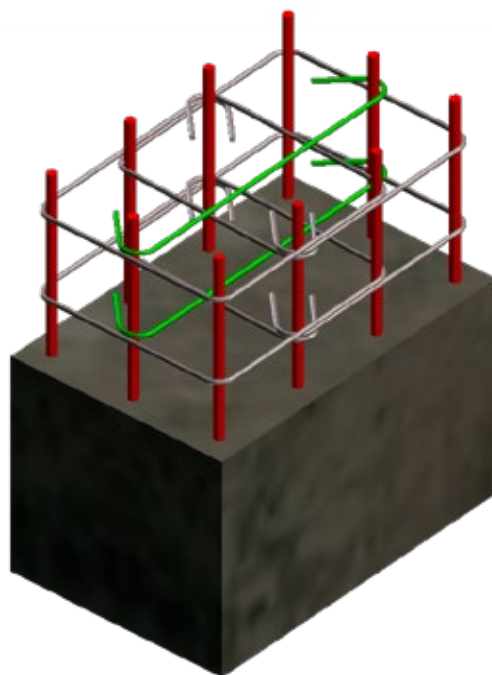
---

---





## COLUMNAS CON 10 BARRAS (CASO 1)



### Descripción

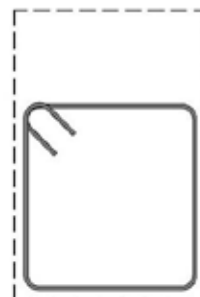
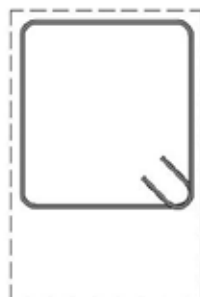
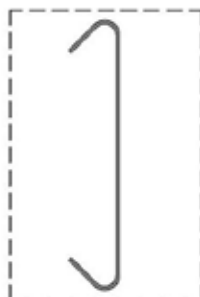
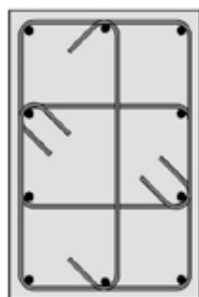
Elemento: Columna

Barras: 10

Estribos: 2

Trabas: 0


 Si "a" es menor a 150mm  
 no requiere traba



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

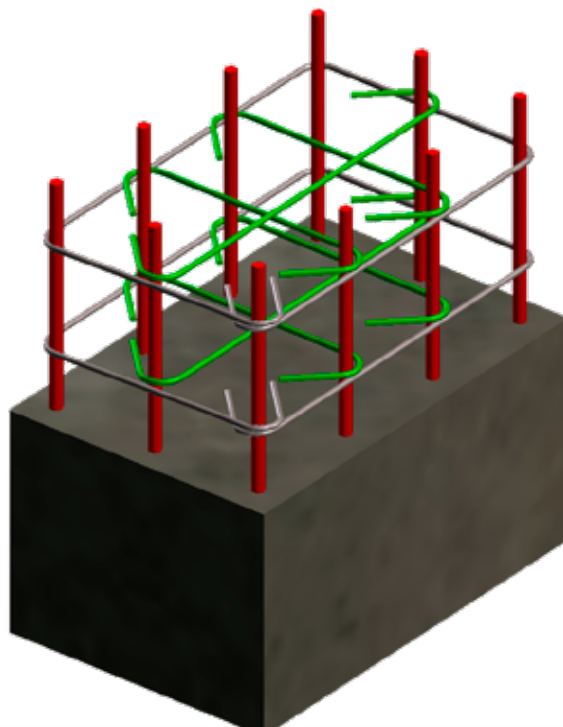
---

---

---



## COLUMNAS CON 10 BARRAS (CASO 2)



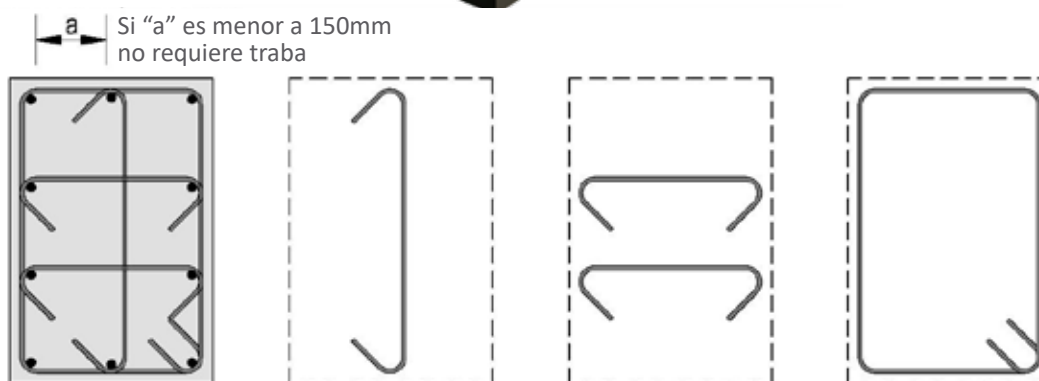
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 10

Estribos: 1

Trabas: 2



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

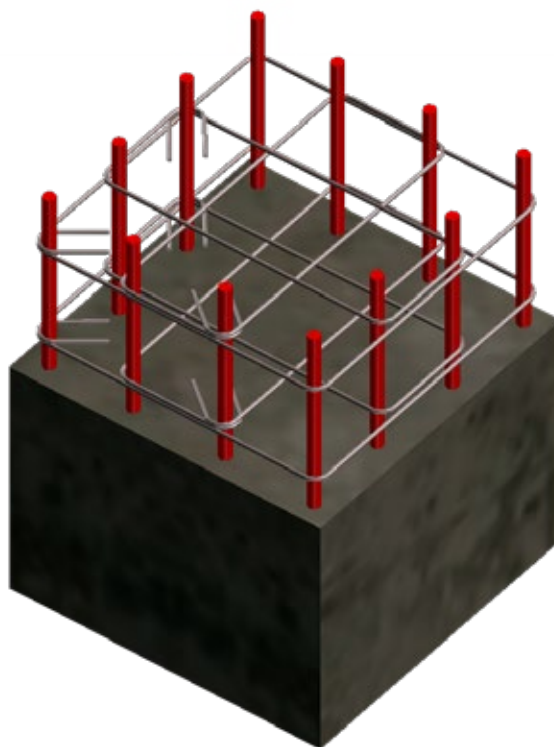
---

---

---



## COLUMNAS CON 12 BARRAS




### Descripción

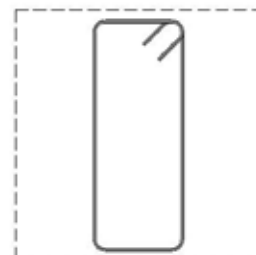
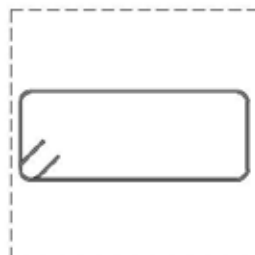
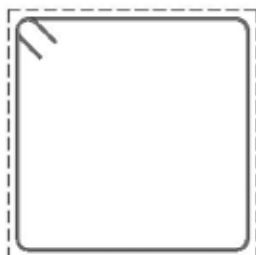
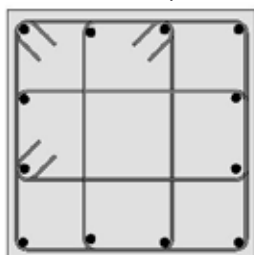
Elemento: Columna

Barras: 12

Estribos: 3

Trabas: 0


 Si "a" es menor a 100mm se requiere para el hormigonado



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

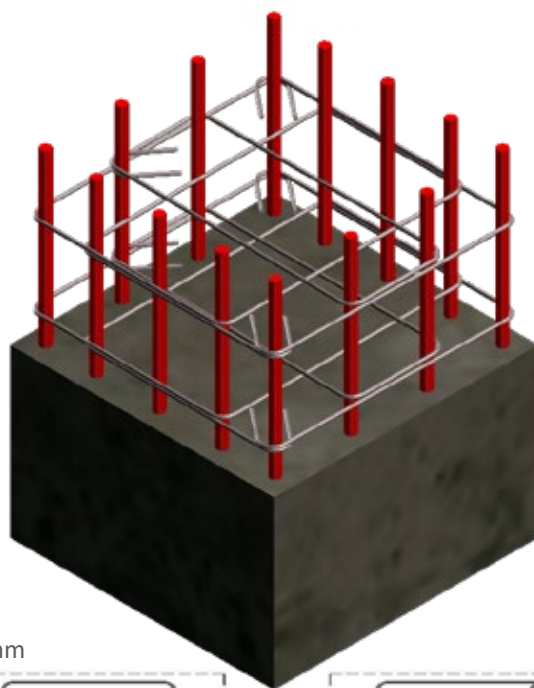
---

---

---



## COLUMNA CON 14 BARRAS



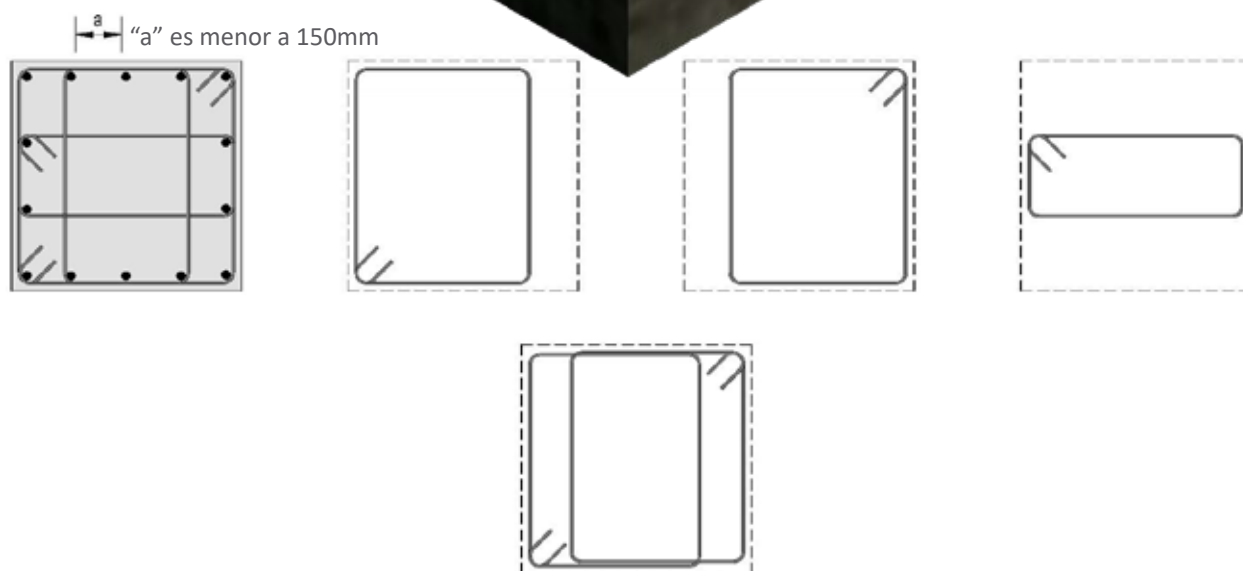
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 14

Estribos: 3

Trabas: 0



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

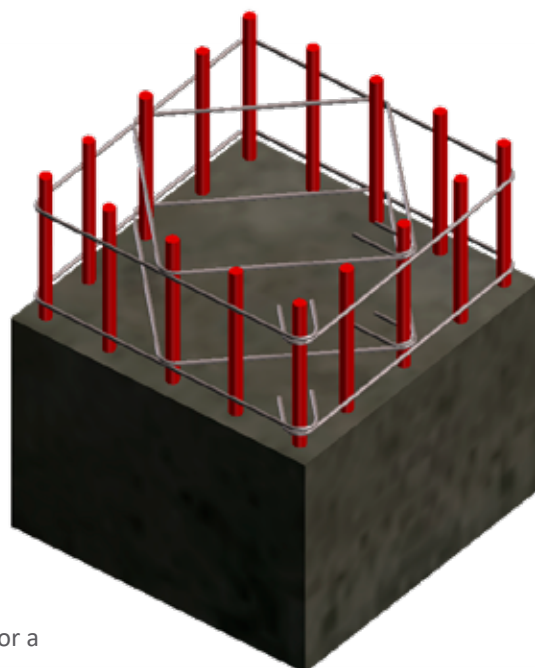
---

---

---



## COLUMNA CON 16 BARRAS (CASO 1)



### Descripción

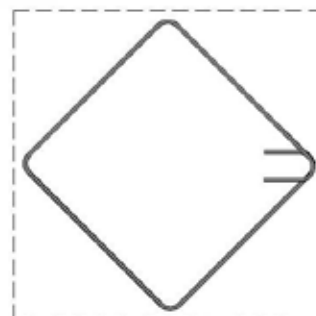
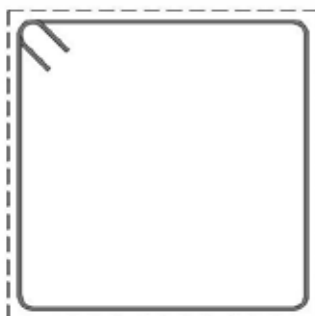
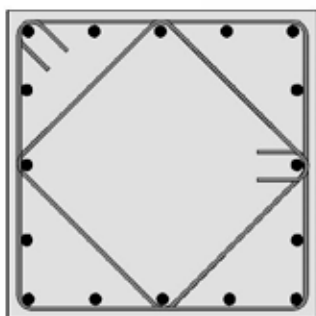
Elemento: Columna

Barras: 16

Estribos: 2

Trabas: 0


 "a" es menor a  
 150mm



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

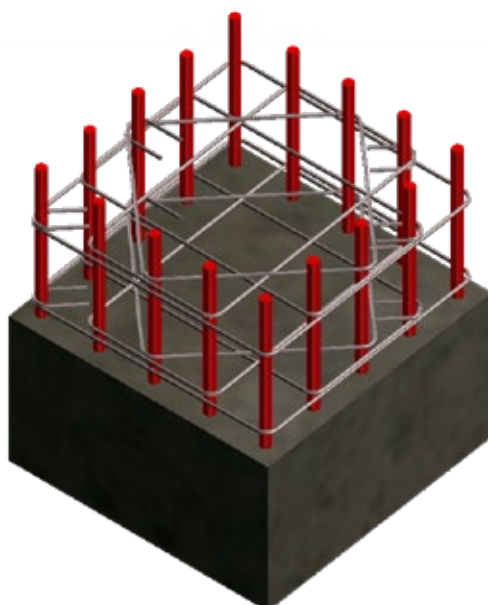
---

---

---



## COLUMNA CON 16 BARRAS (CASO 2)



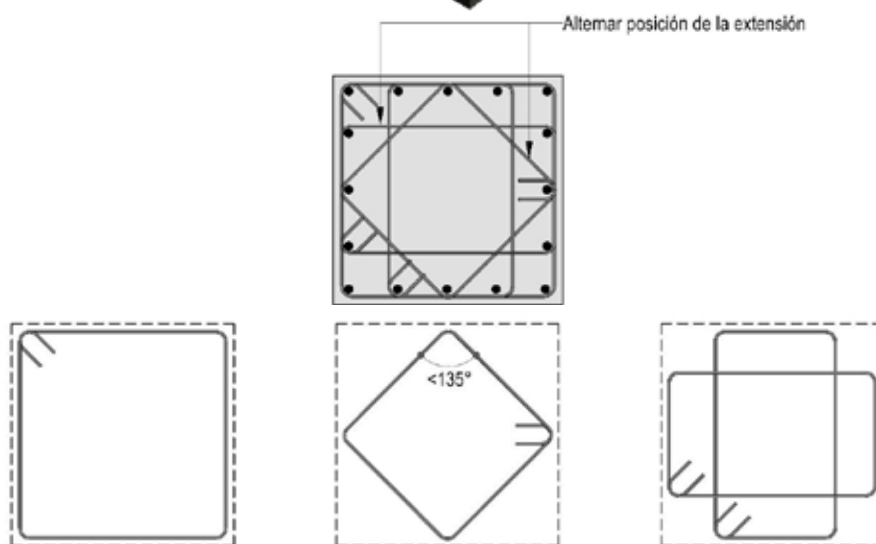
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 16

Estribos: 2

Trabas: 0



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

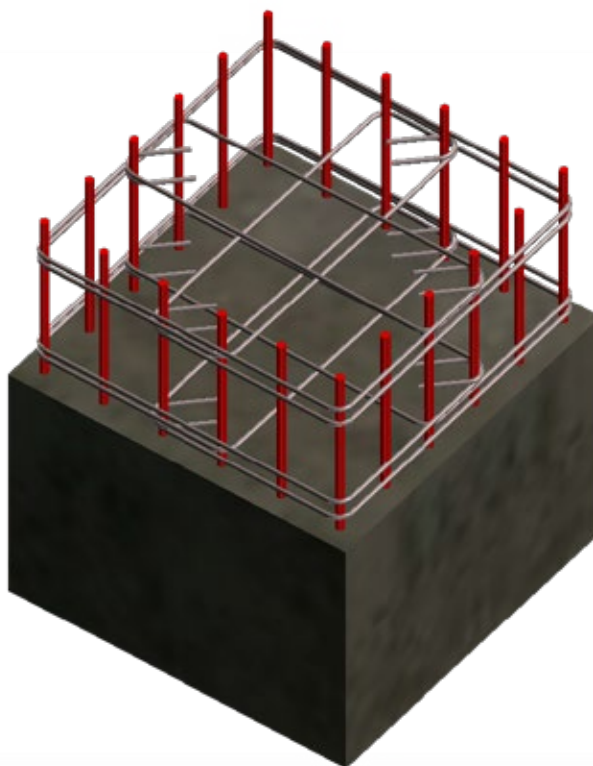
---

---

---



## COLUMNA CON 20 BARRAS



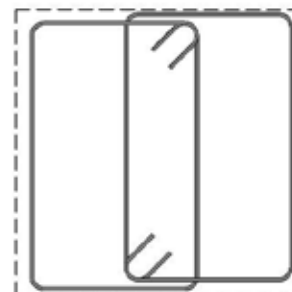
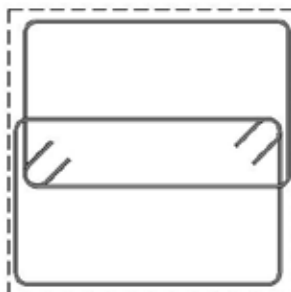
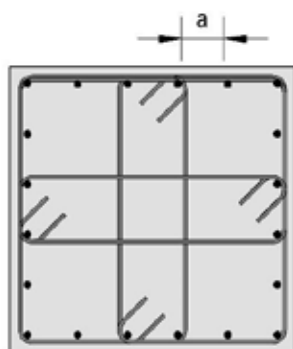
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 20

Estribos: 4

Trabas: 0



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

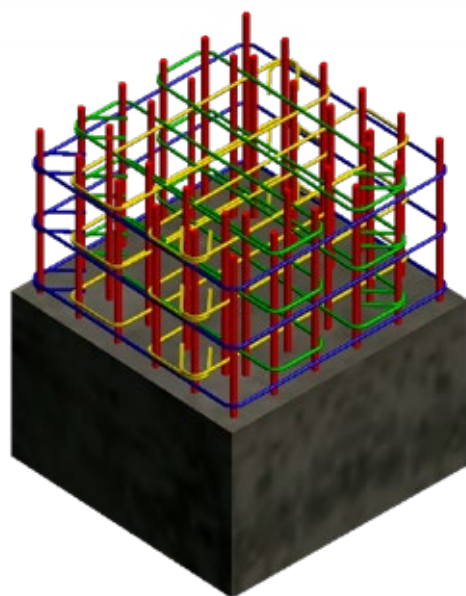
---

---

---



## COLUMNA CON 26 BARRAS



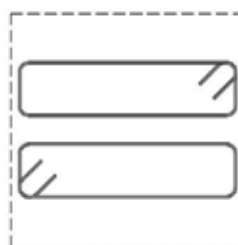
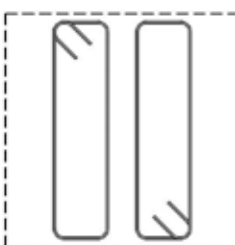
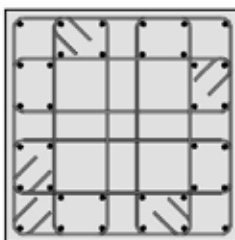
### Descripción

Elemento: Columna

Barras: 36

Estribos: 5

Trabas: 0



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

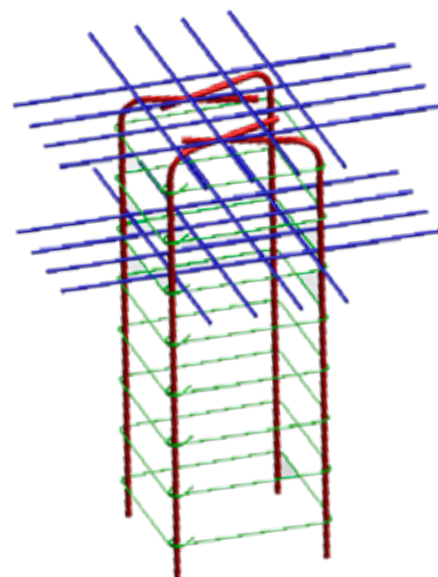
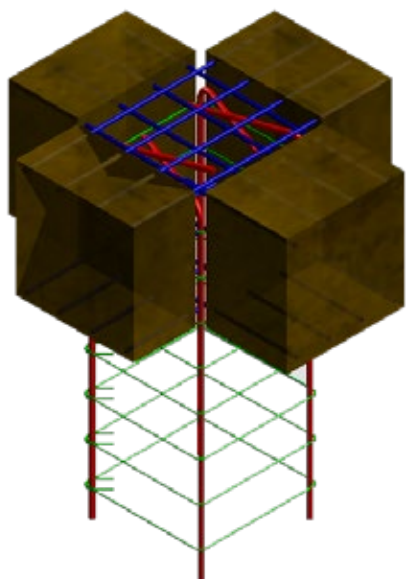
---

---



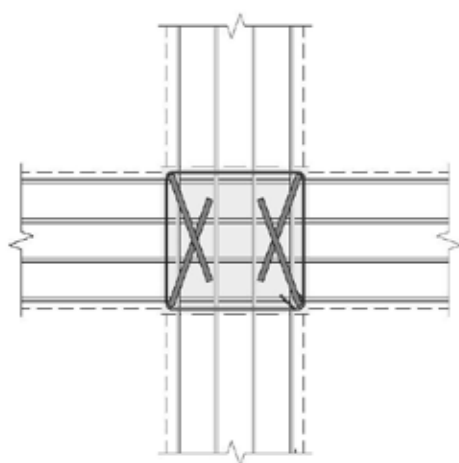


## REMATE DEL EXTREMO SUPERIOR DE COLUMNA CON 4 BARRAS

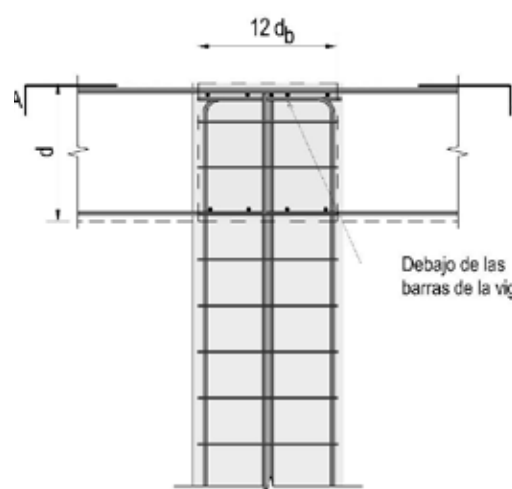


Nota: No estan mostrados todos los  
 estribos en pilares y vigas.

4 Barras



(Situación con 4 Barras)  
 CORTE A-A



ELEVACIÓN

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



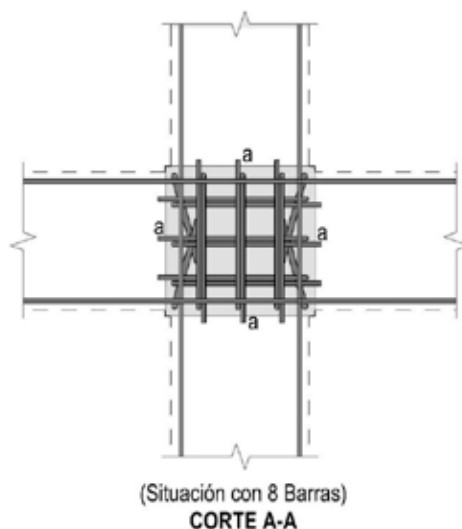
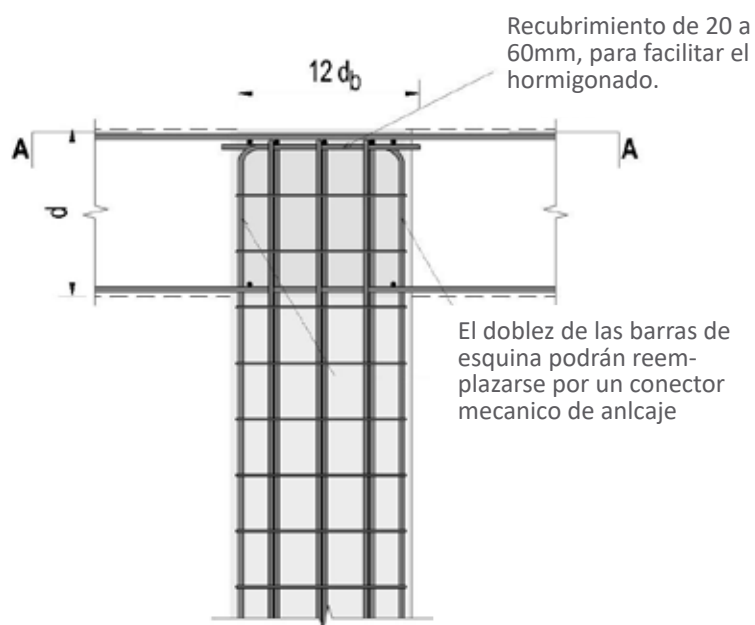
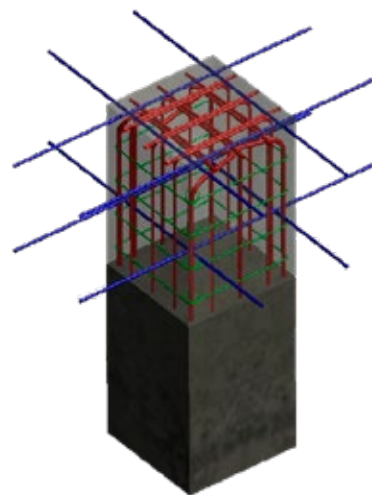
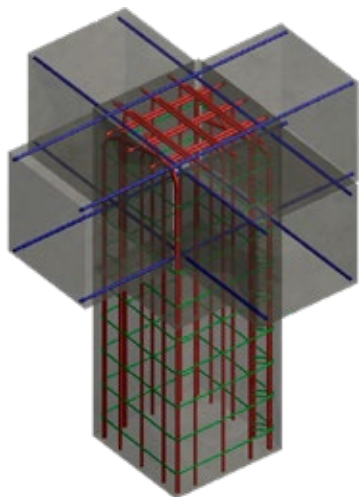
---



---



## REMATE DEL EXTREMO SUPERIOR DE COLUMNA CON 16 BARRAS



Si las barras "a" no se requieren en el extremo superior de la columna se puede omitir o acortar el gancho de alguna de ellas o usar conectores mecánicos de término

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

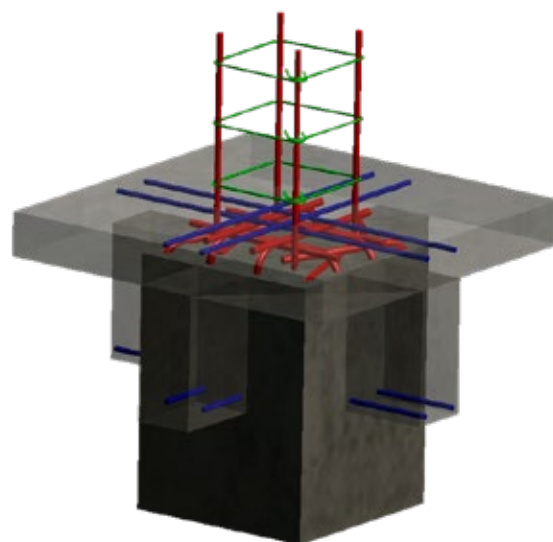
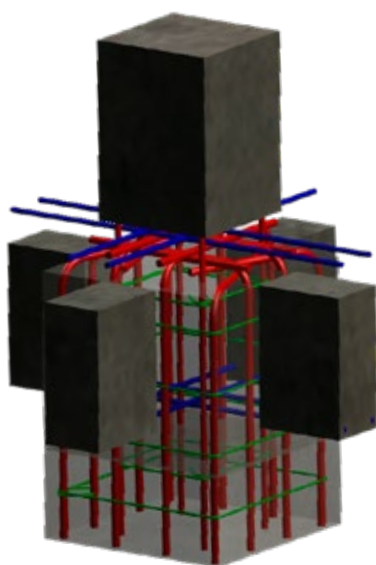
---

---

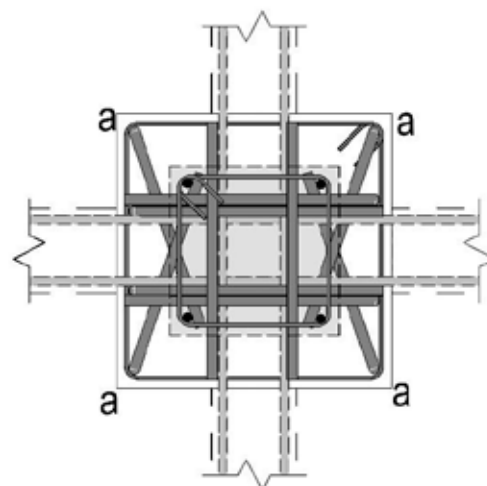
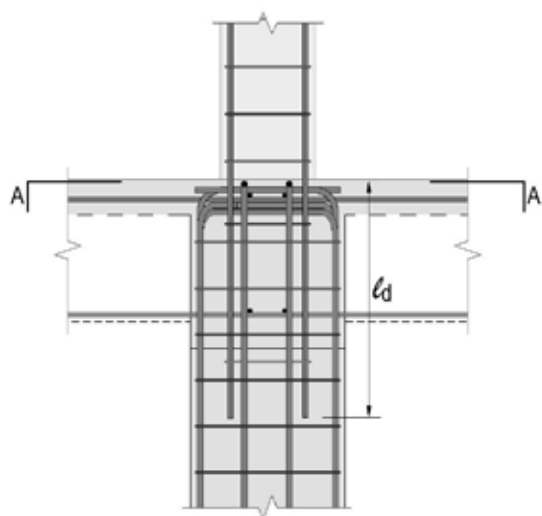
---



## COLUMNAS CON CAMBIO DE SECCIÓN



No están mostrados todos los estribos en pilares y vigas.



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

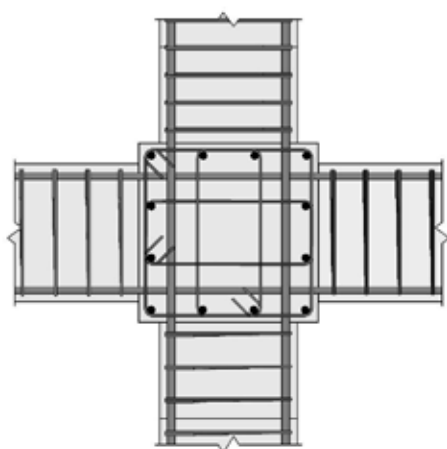
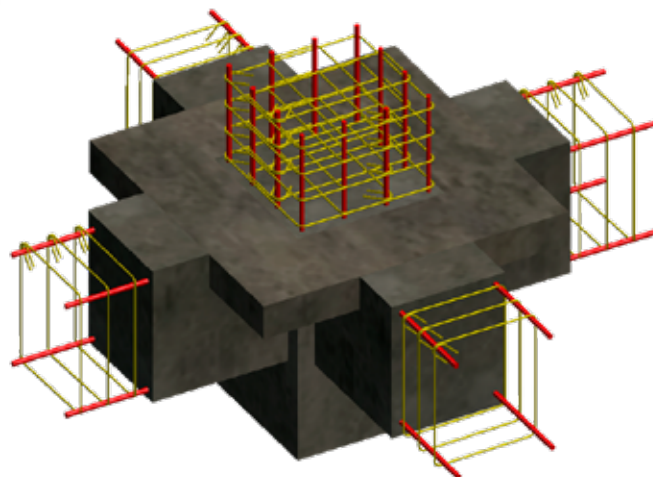
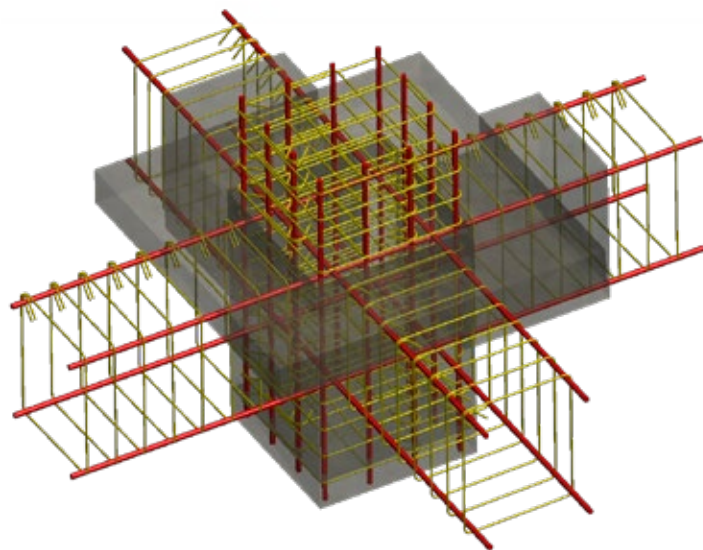
---

---

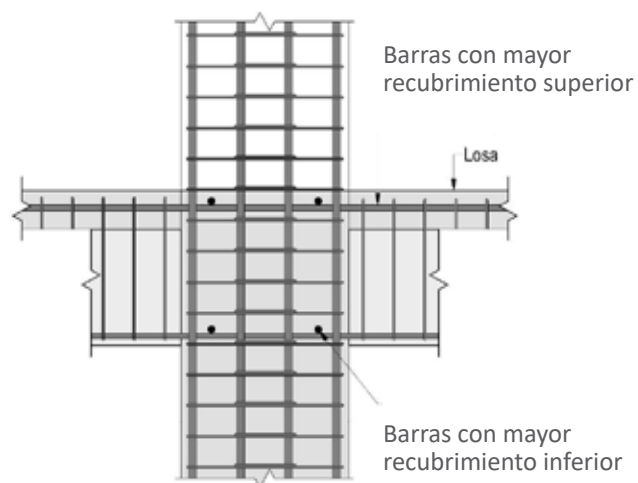
---



## VIGAS EN CRUZ DE MENOR ESPESOR QUE LA COLUMNA



PLANTA



ELEVACIÓN

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

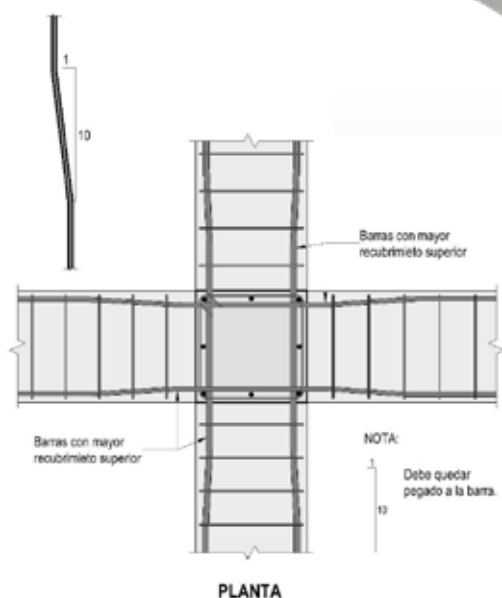
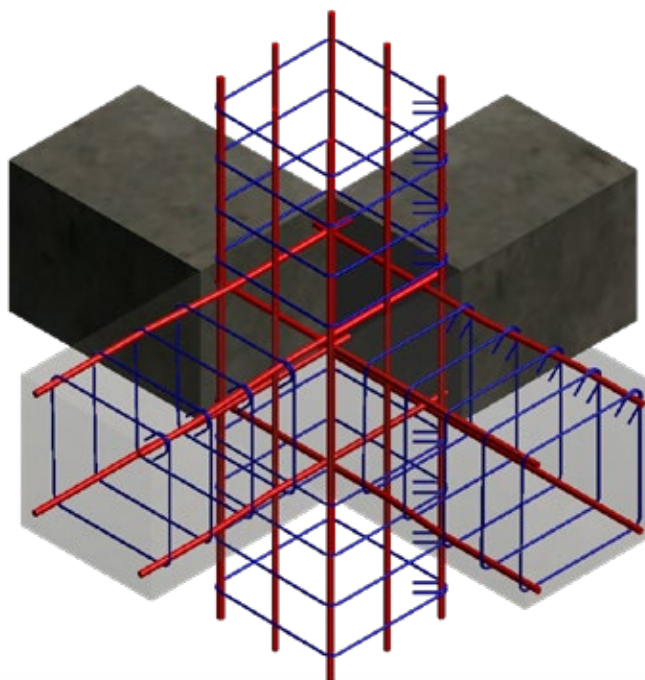
---

---

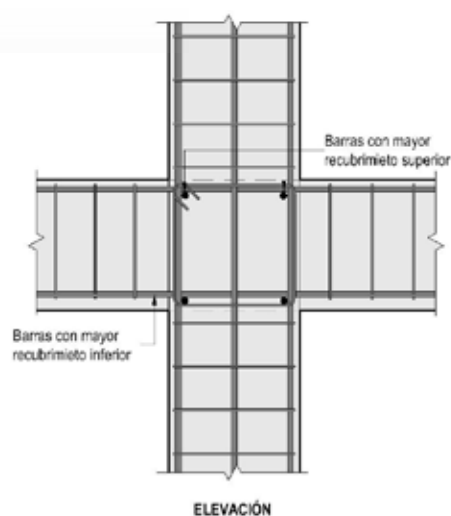
---



## VIGAS EN CRUZ DE IGUAL ESPESOR QUE LA COLUMNA



No están mostrados todos los estribos en pilares y vigas.



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

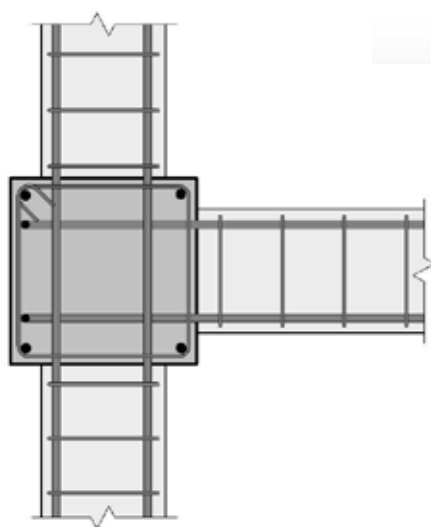
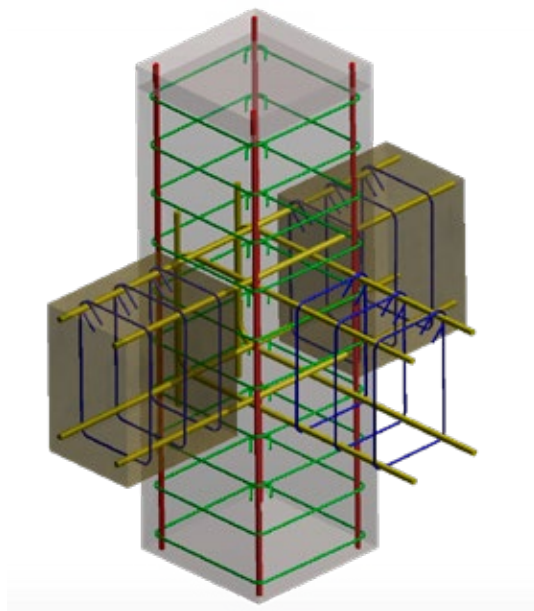
---

---

---

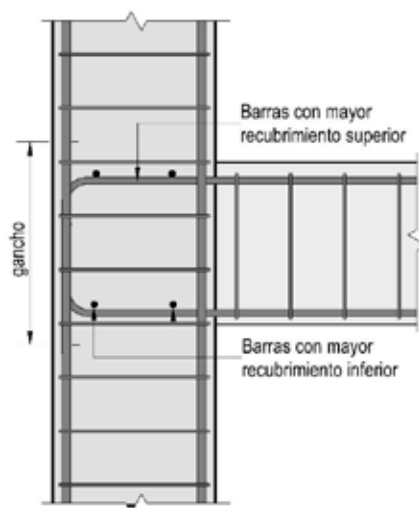


## VIGAS EN T DE MENOR ESPESOR QUE LA COLUMNA (CASO 1)



PLANTA

No están mostrados todos los estribos en pilares y vigas.



ELEVACIÓN

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

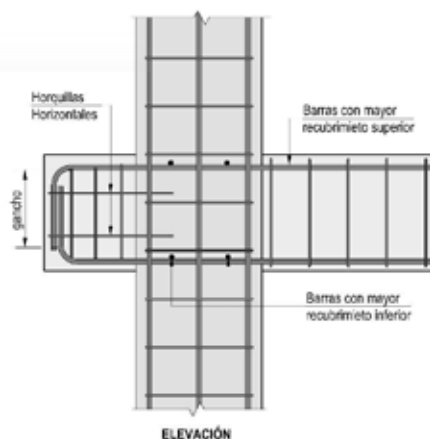
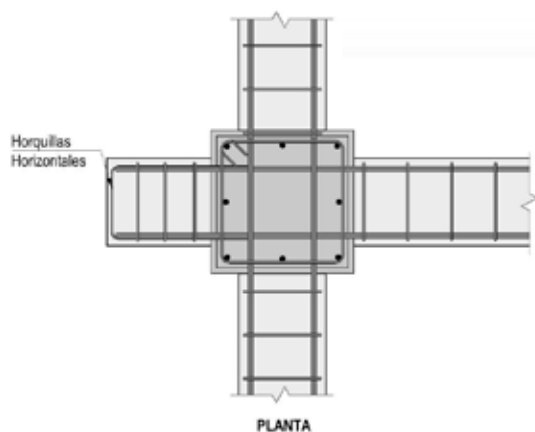
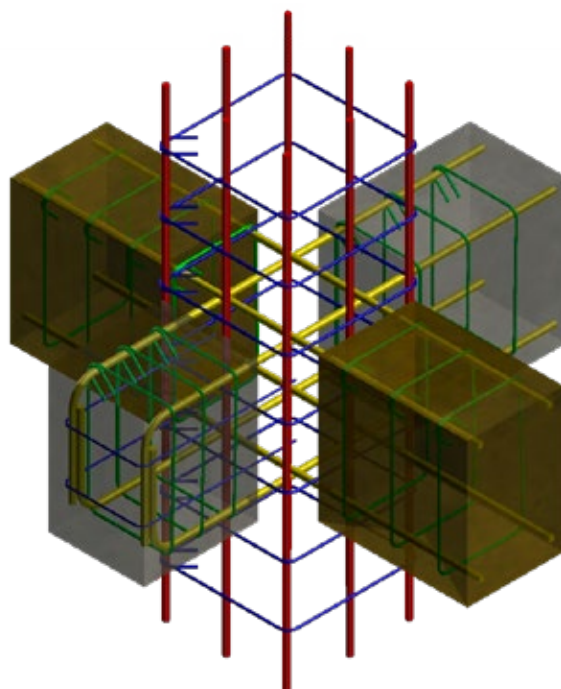
---

---

---



## VIGAS EN T DE MENOR ESPESOR QUE LA COLUMNA (CASO 2)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



---

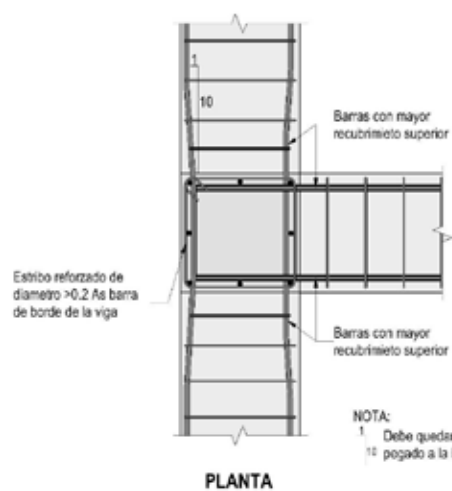
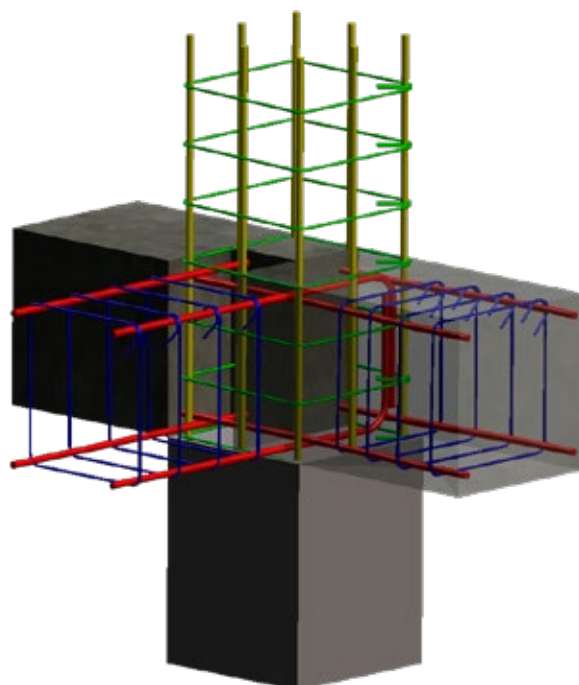


---

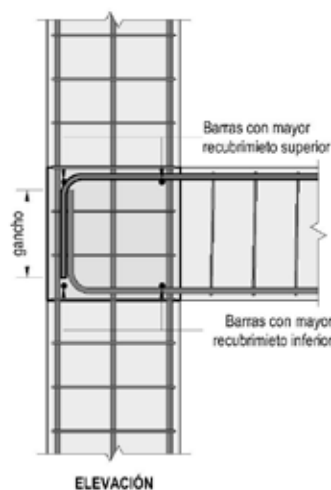




## VIGAS EN T DE IGUAL ESPESOR QUE LA COLUMNA



NOTA:  
1 Debe quedar  
12 pegado a la barra.



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

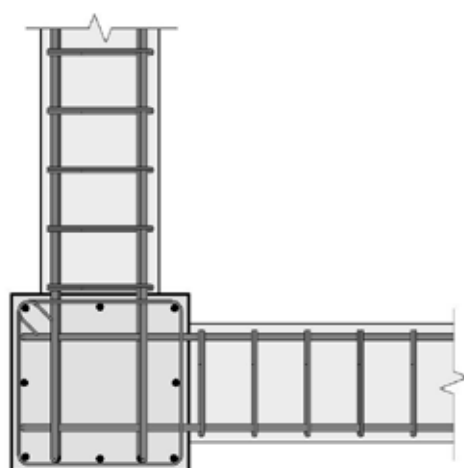
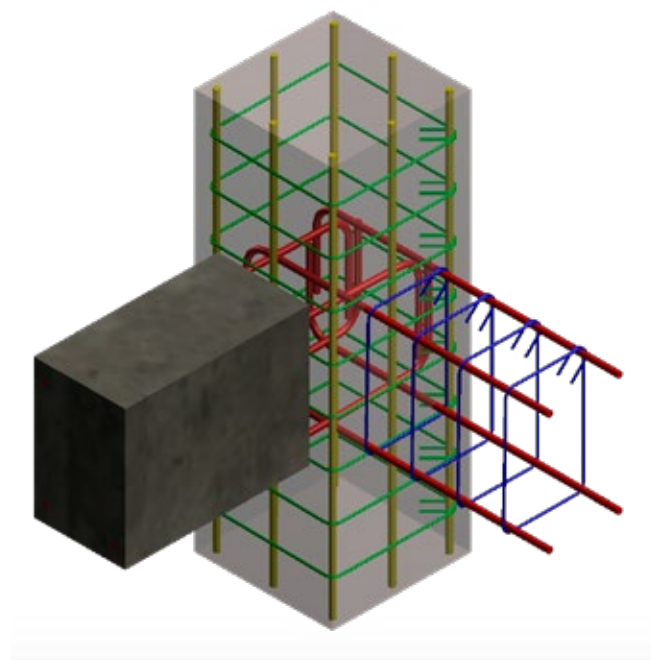
---

---

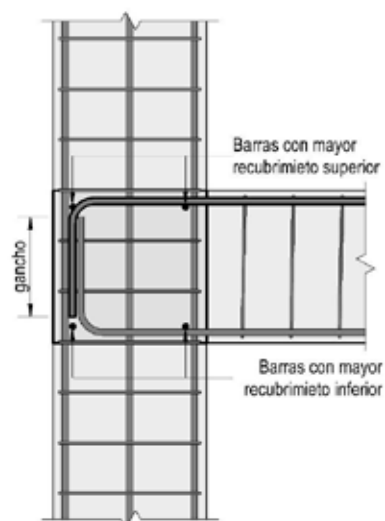




## ENCUENTRO DE VIGAS CON COLUMNA DE ESQUINA



PLANTA



ELEVACIÓN

### Observaciones y comentarios

---

---

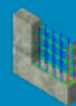
---

---

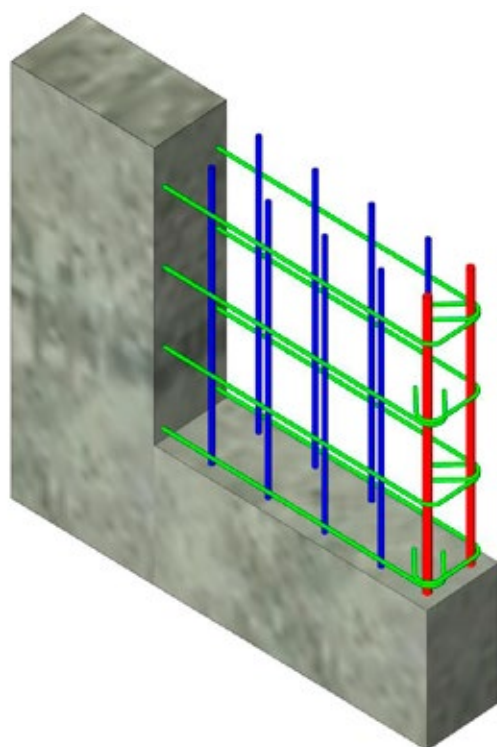
---

---

---



## MURO - ARMADURA TÍPICA



Mallas ancladas con gancho de 135°



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---

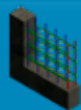
---

---

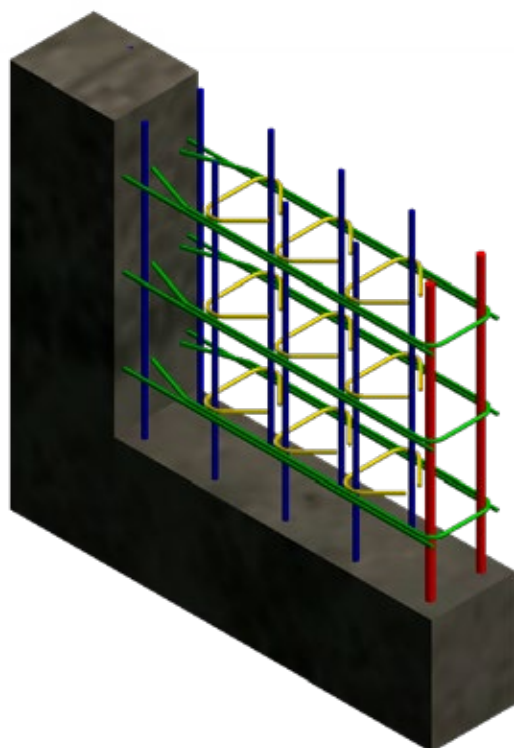
---

---

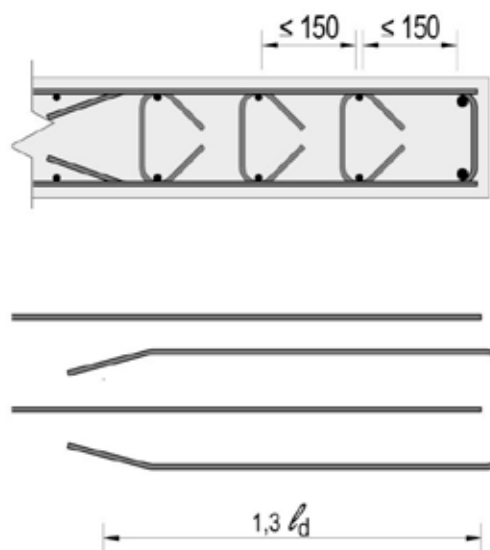
---



## MURO - ARMADURA TÍPICA



Mallas ancladas con una horquilla y una traba



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---

---

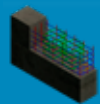
---

---

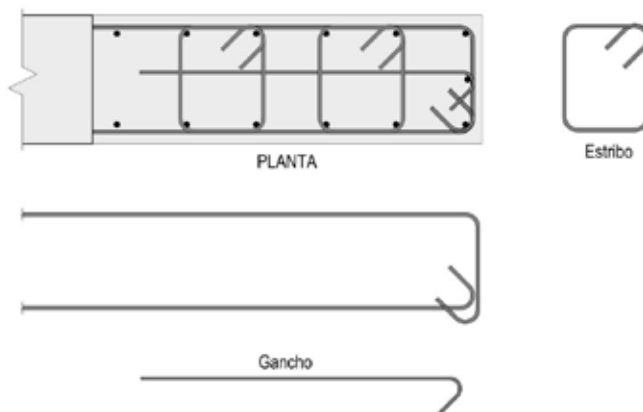
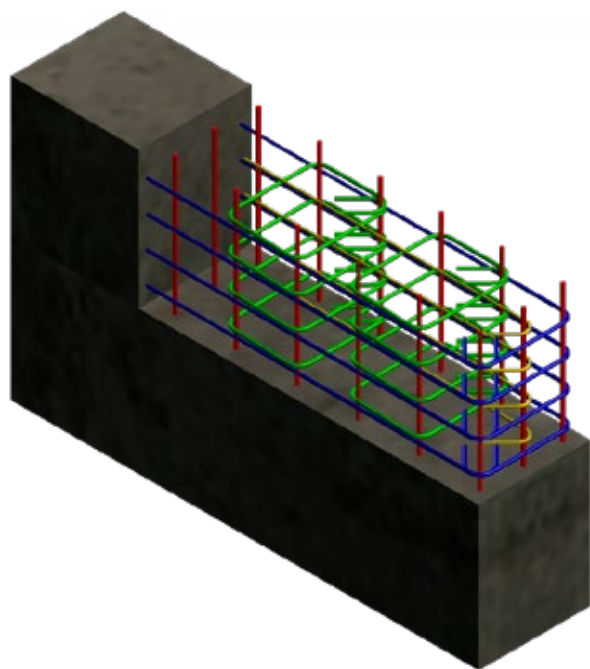
---

---

---



## MURO RECTO - ARMADURA DE CONFINAMIENTO - ALT A



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



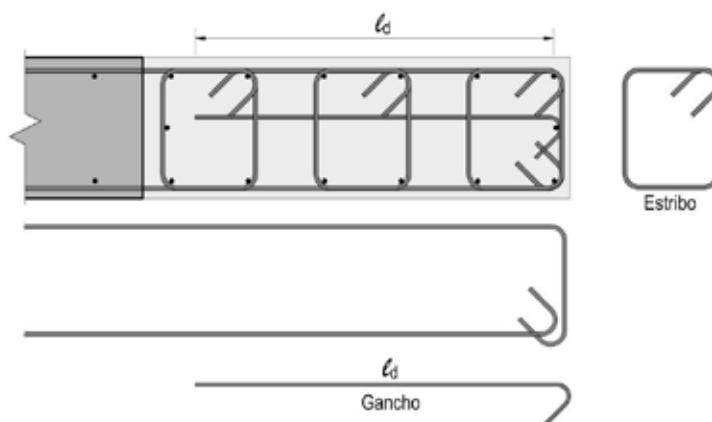
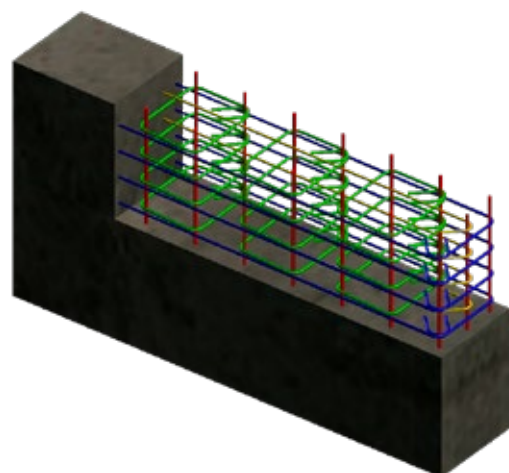
---



---



## MURO RECTO - ARMADURA DE CONFINAMIENTO - ALT B



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

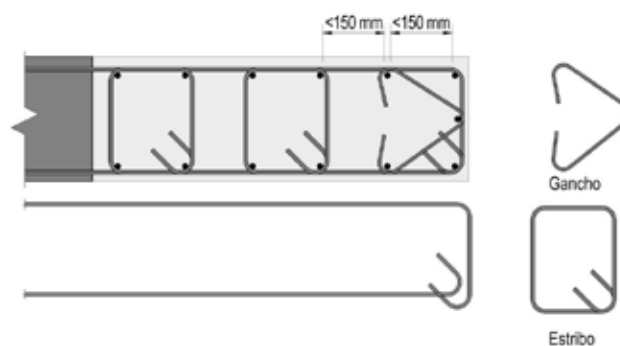
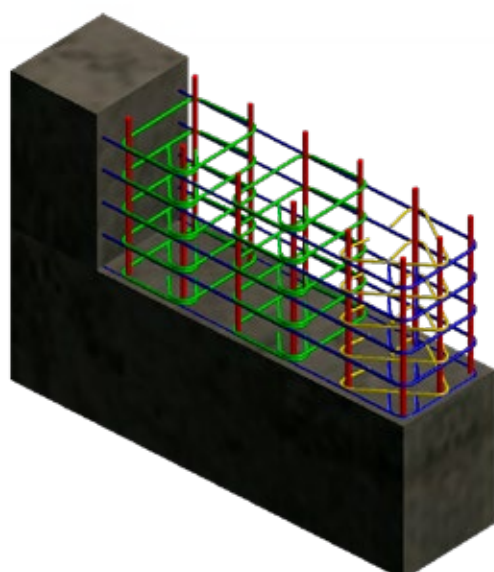
---

---

---



## MURO RECTO - ARMADURA DE CONFINAMIENTO - ALT C



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



---

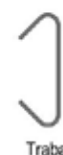
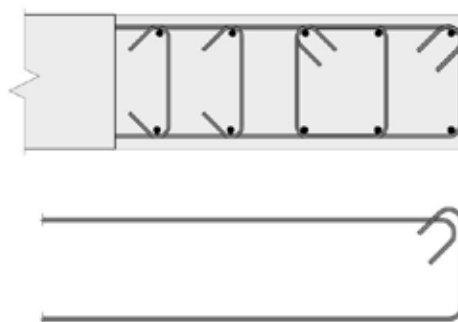
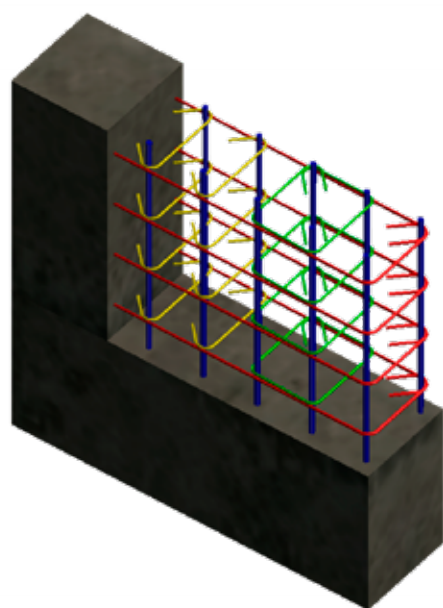


---



## MURO RECTO - ARMADURAS DE CONFINAMIENTO - ALT D

### PLANTA



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



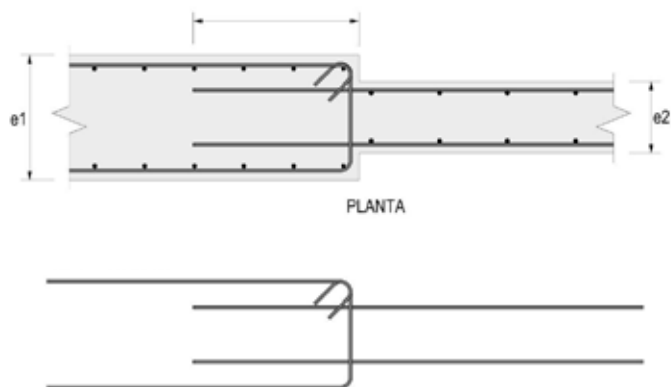
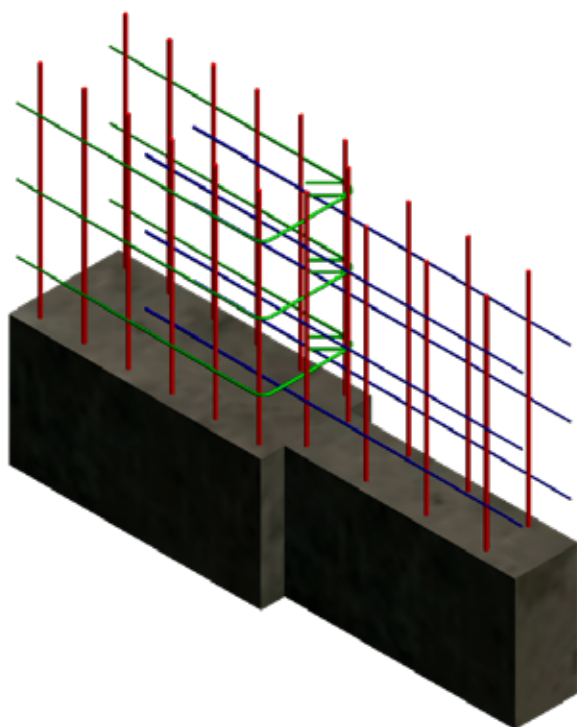
---



---



## MURO DE ESPESOR VARIABLE - ARMADURA HORIZONTAL



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---

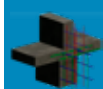


---

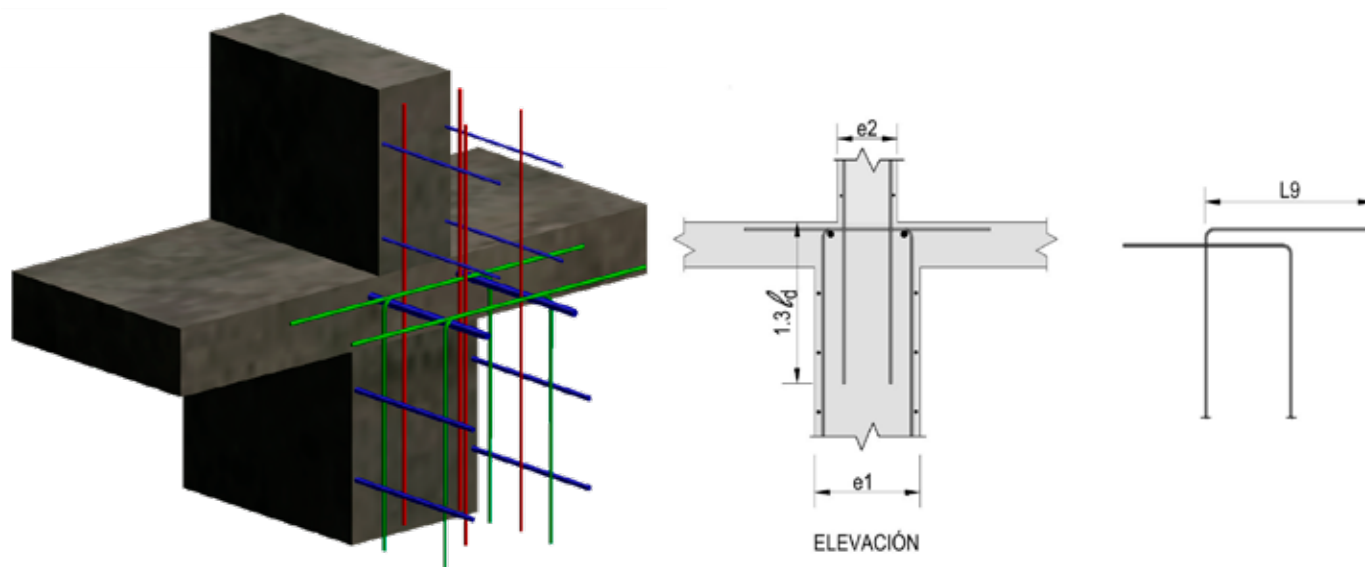


---





## MURO DE ESPESOR VARIABLE - ARMADURA VERTICAL - ALT A



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

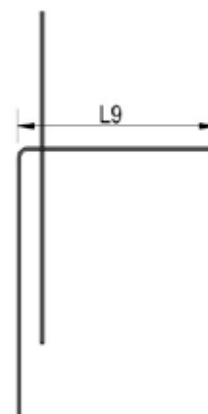
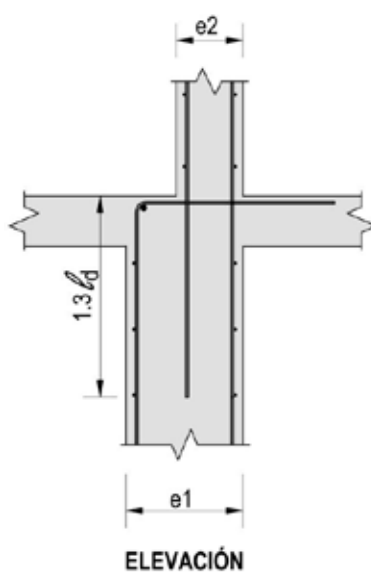
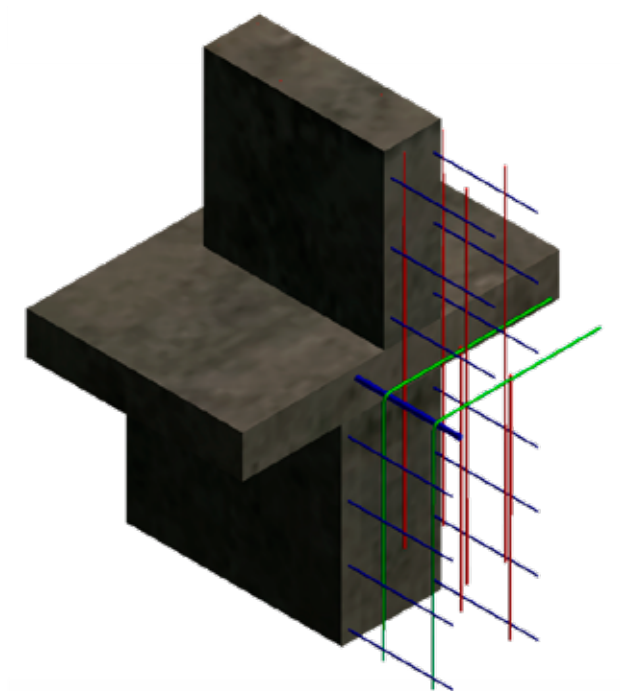
---

---

---



## MURO DE ESPESOR VARIABLE - ARMADURA VERTICAL - ALT B



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



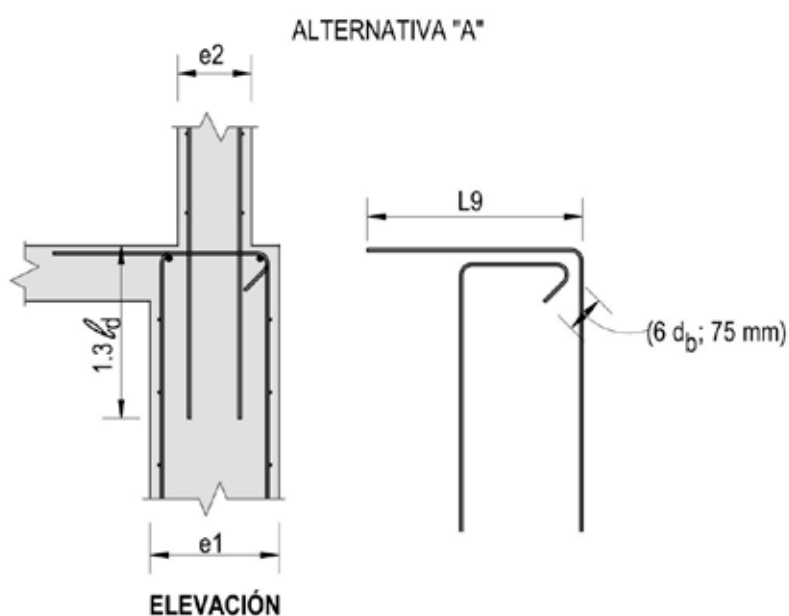
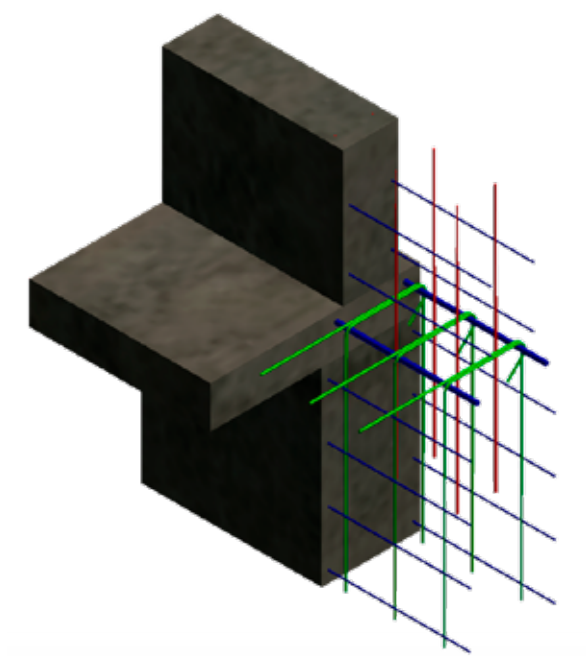
---



---



## MURO DE ESPESOR VARIABLE - ARMADURA VERTICAL - ALT A



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



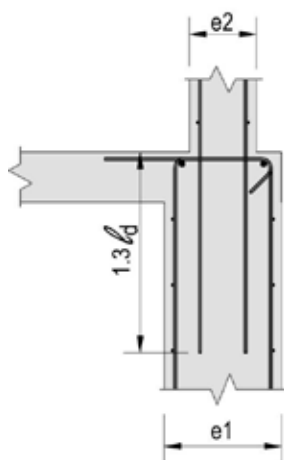
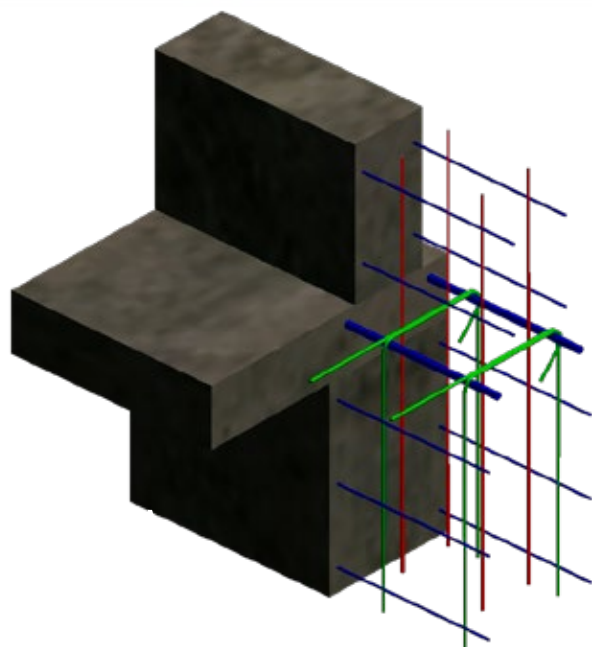
---



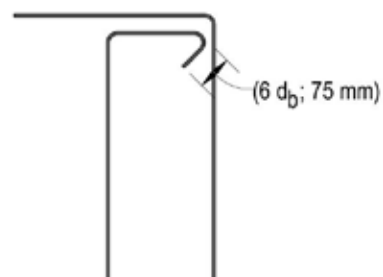
---



## MURO DE ESPESOR VARIABLE - ARMADURA VERTICAL - ALT B



ELEVACIÓN



### Observaciones y comentarios

---

---

---

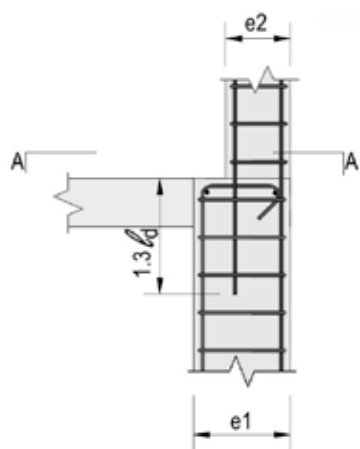
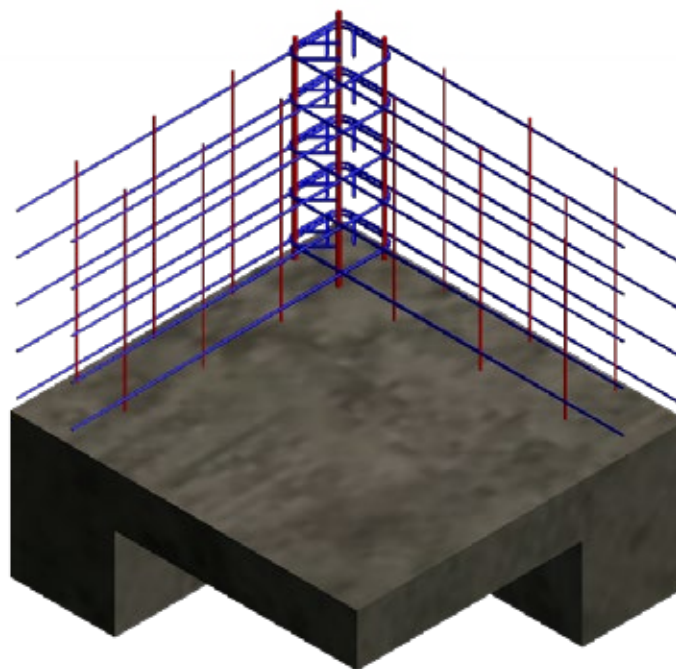
---

---

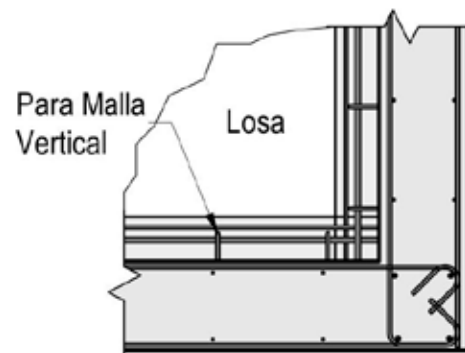
---



## MURO DE ESPESOR VARIABLE - ARMADURA DE BORDE



ELEVACIÓN



CORTE A-A

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

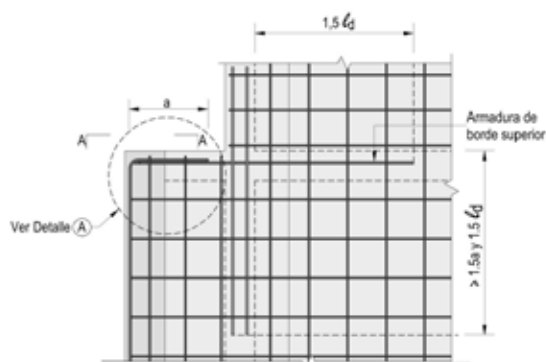
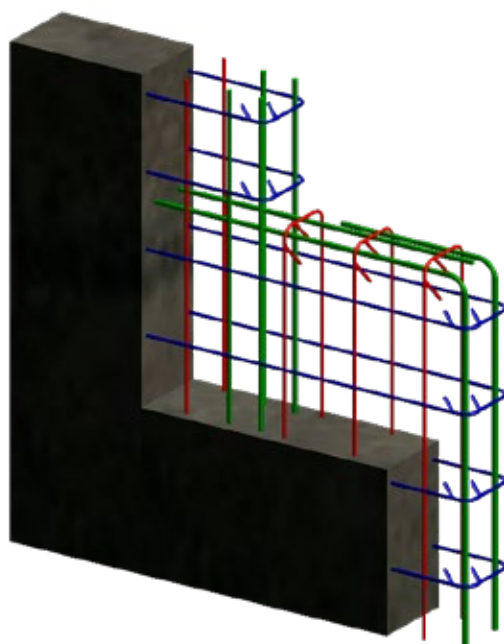
---

---

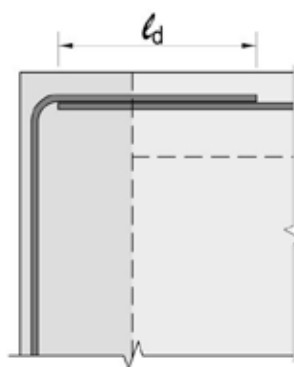
---



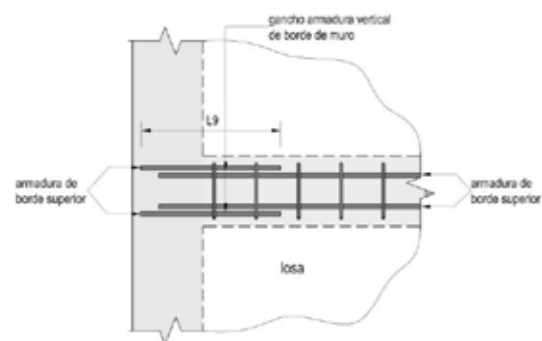
## MURO - DETALLE EXTREMO SUPERIOR DEL ENSANCHE



DETALLE 1



DETALLE A



PLANTA (CORTE A-A)

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

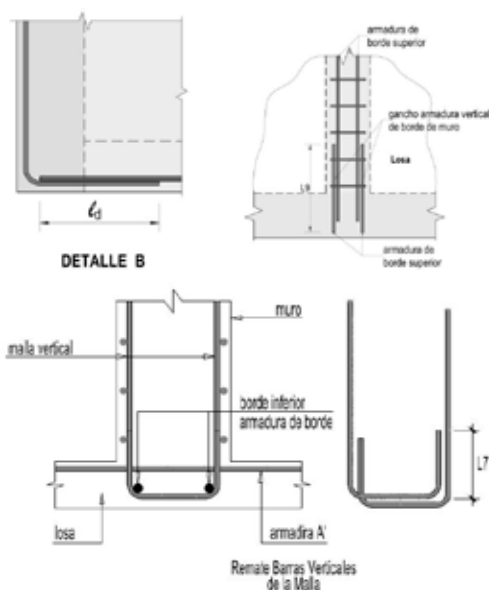
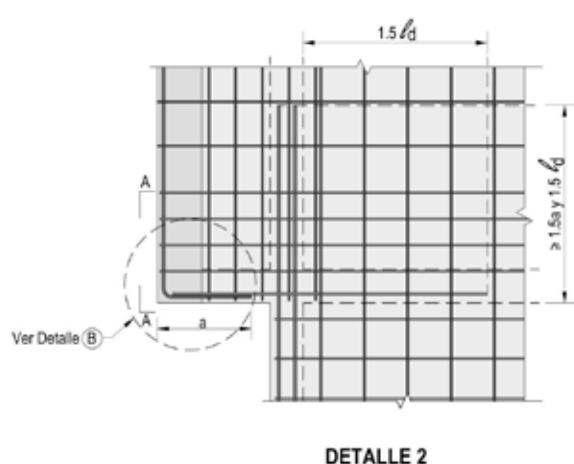
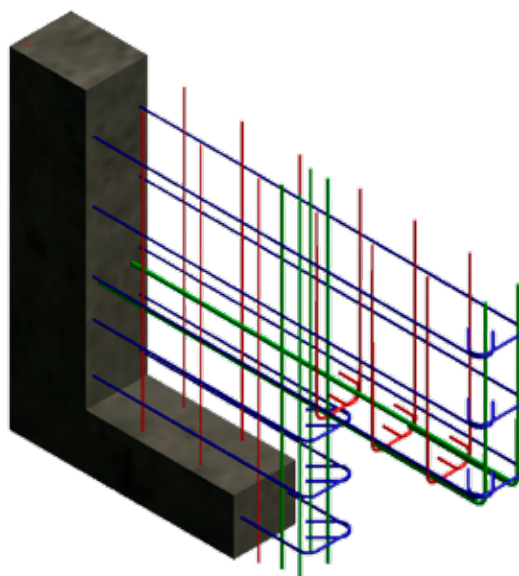
---

---

---



## MURO - DETALLE EXTREMO INFERIOR DEL ENSANCHE



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



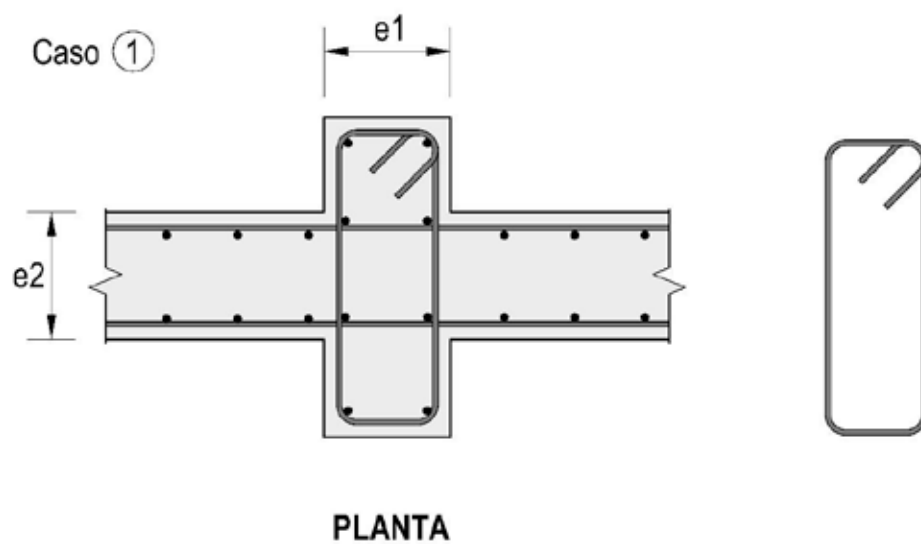
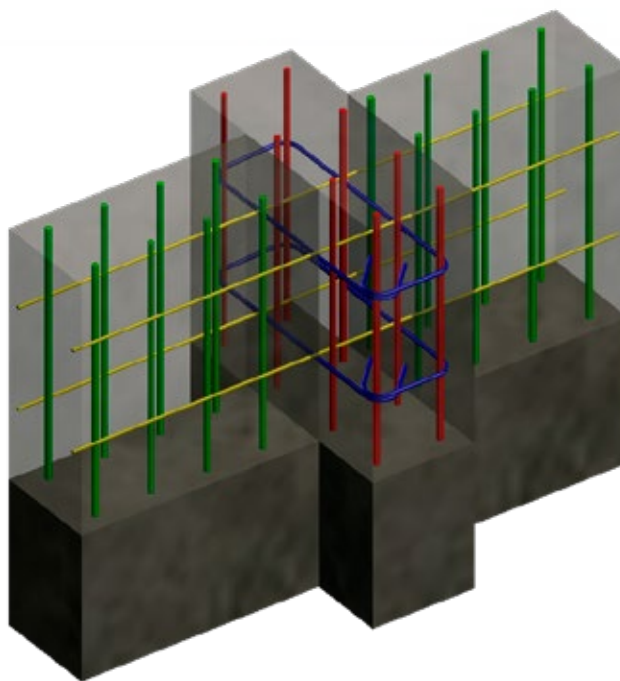
---



---



## ENCUENTRO DE MUROS EN T CON MURO CORTO (CASO 1)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



---

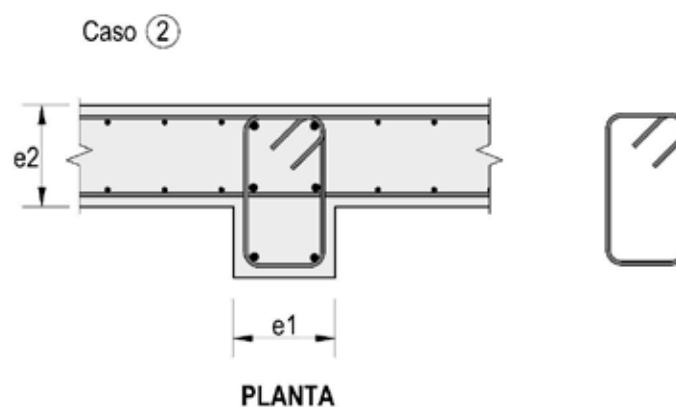
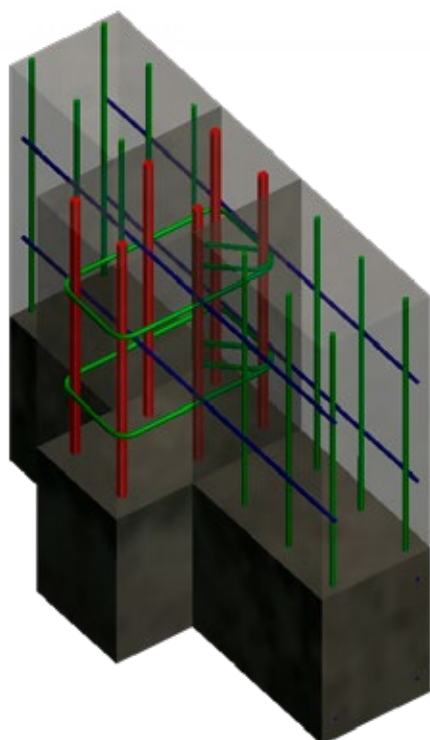


---





## ENCUENTRO DE MUROS EN T CON MURO CORTO (CASO 2)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



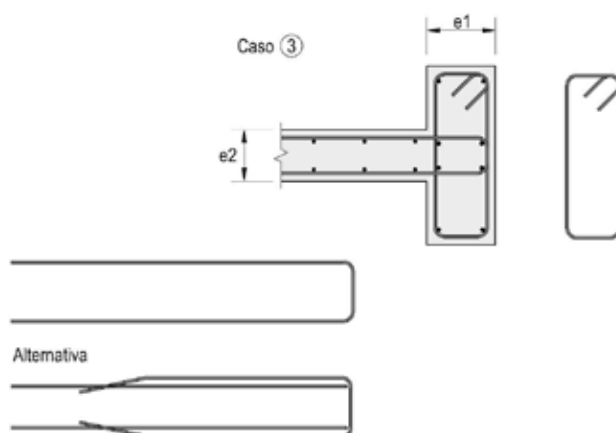
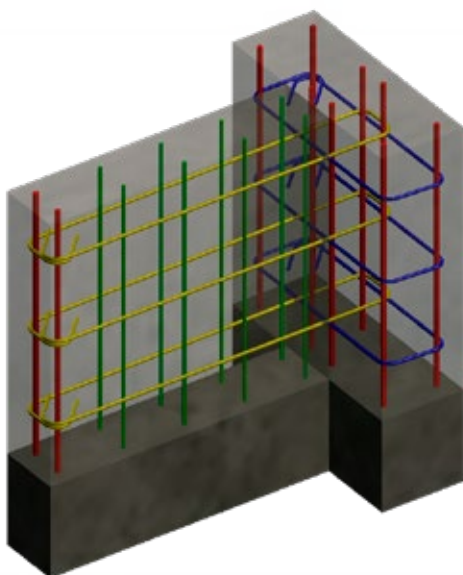
---



---



## ENCUENTRO DE MUROS EN T CON MURO CORTO (CASO 3)



Se entiende por un muro corto aquel que no supera los 1500 mm, de longitud

El ancho de la horquilla debe ser igual a la separación entre barras.

### Observaciones y comentarios

---

---

---

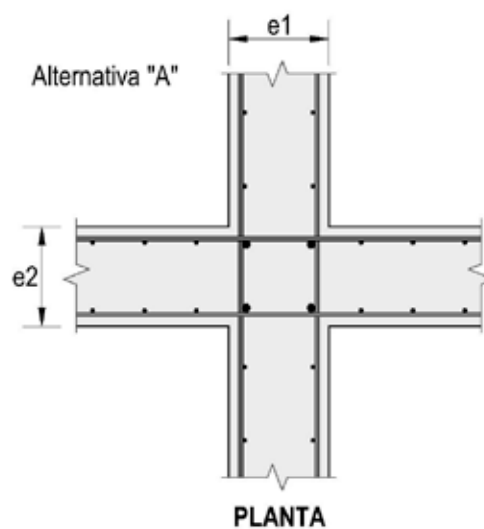
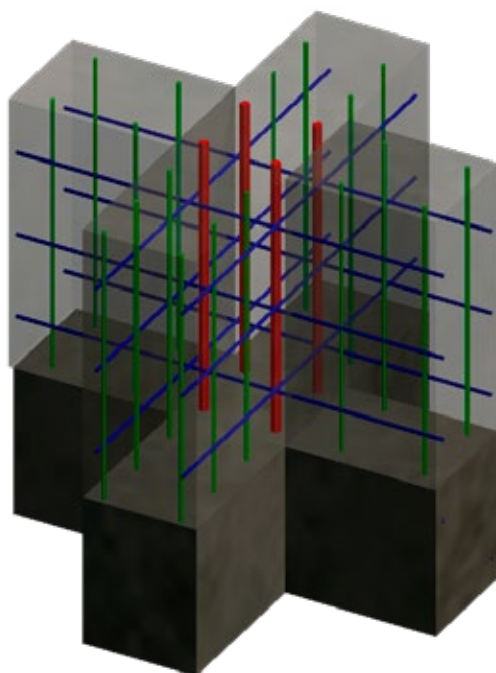
---

---

---



## ENCUENTRO DE MUROS EN CRUZ (CASO 1)



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

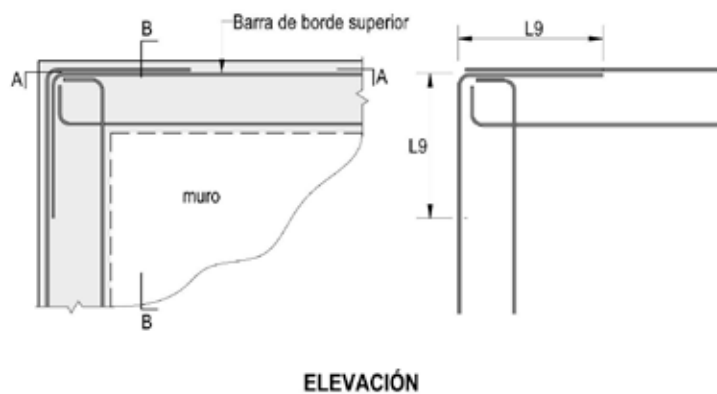
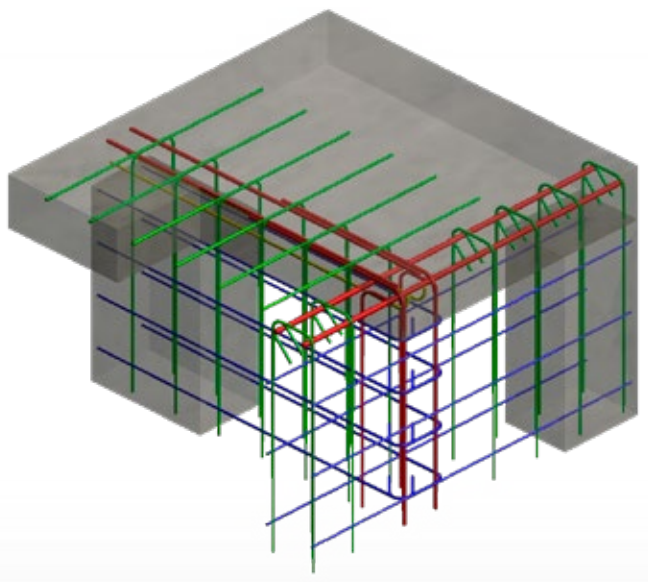
---

---

---



## ENCUENTRO DE MURO CON LOSA



### Observaciones y comentarios

---

---

---

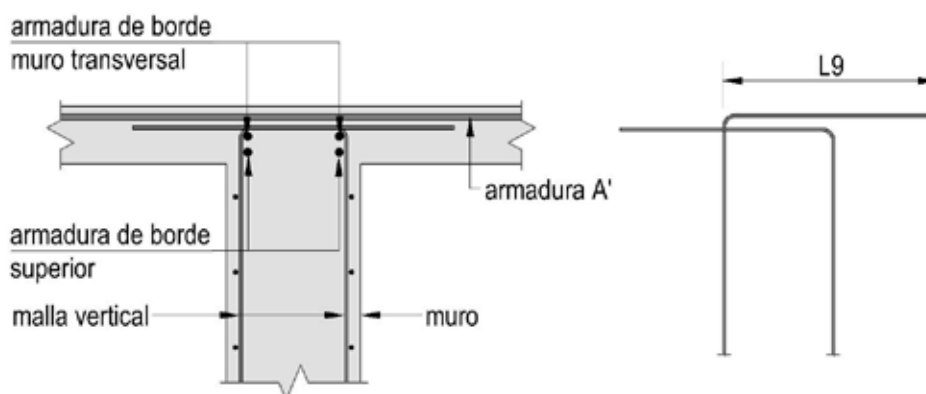
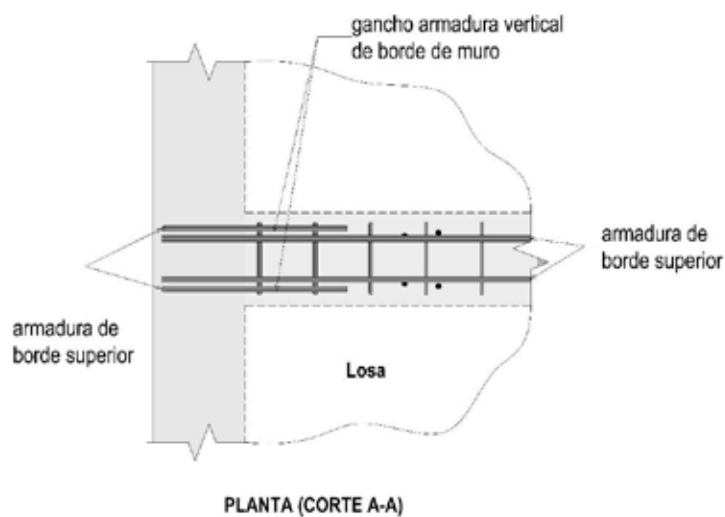
---

---

---

---

## ENCUENTRO DE MURO CON LOSA



**ELEVACIÓN (CORTE B-B) Remate Barras Verticales de la Malla**

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



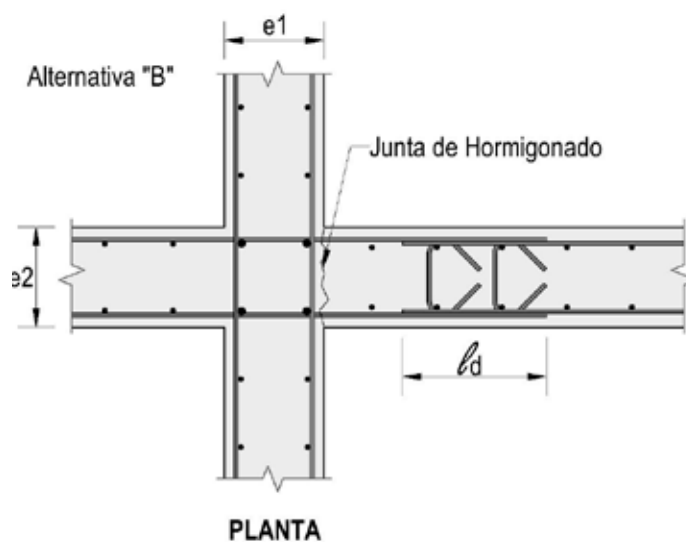
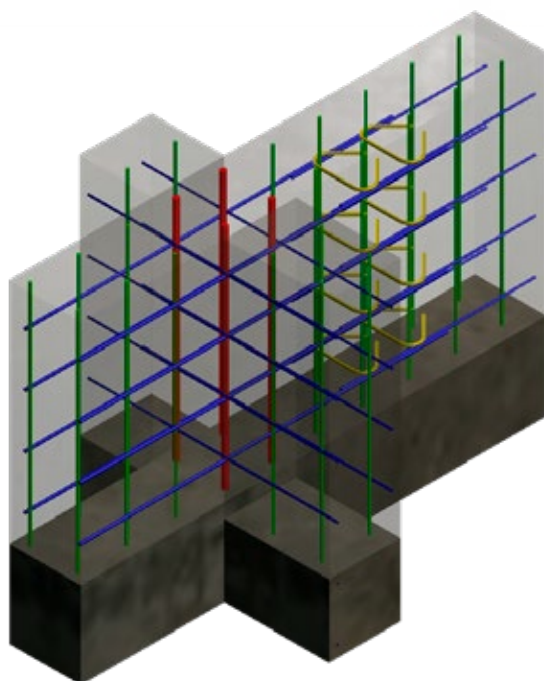
---



---



## ENCUENTRO DE MUROS EN CRUZ (CASO 2)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



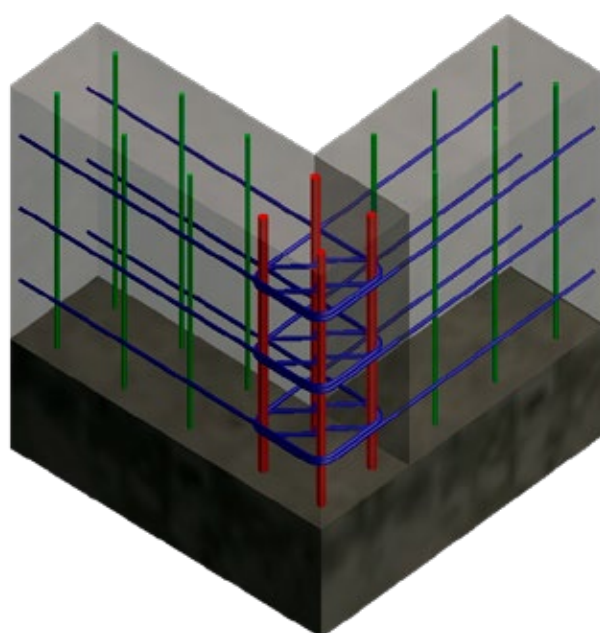
---



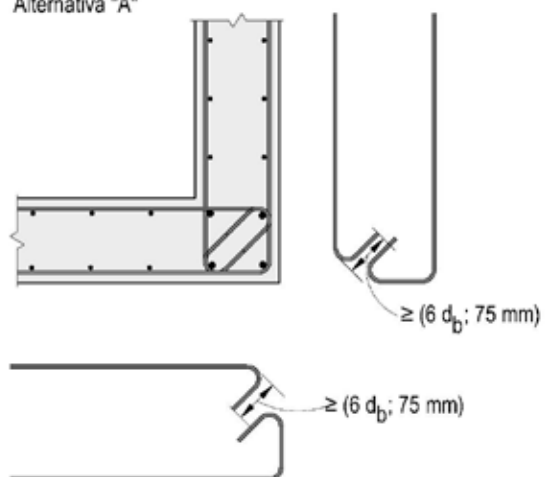
---



## ENCUENTRO DE MURO EN L (CASO 1)



Alternativa "A"



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



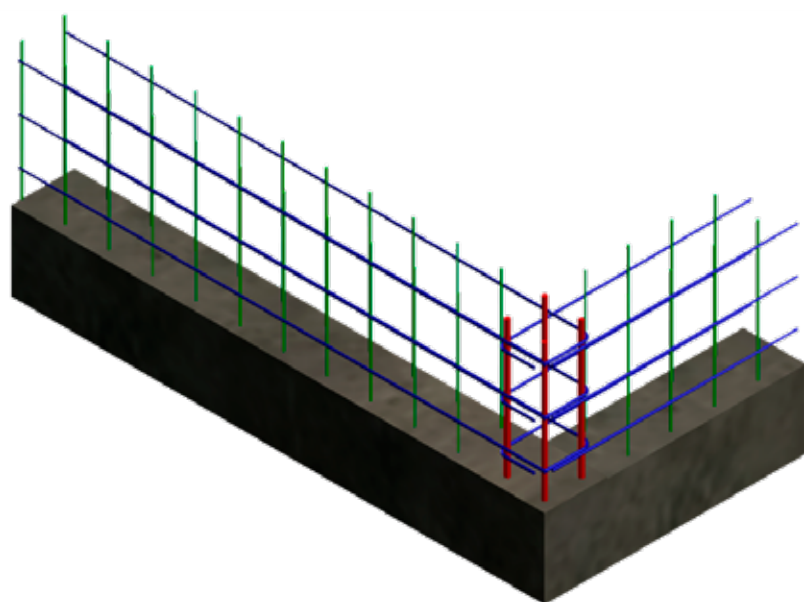
---



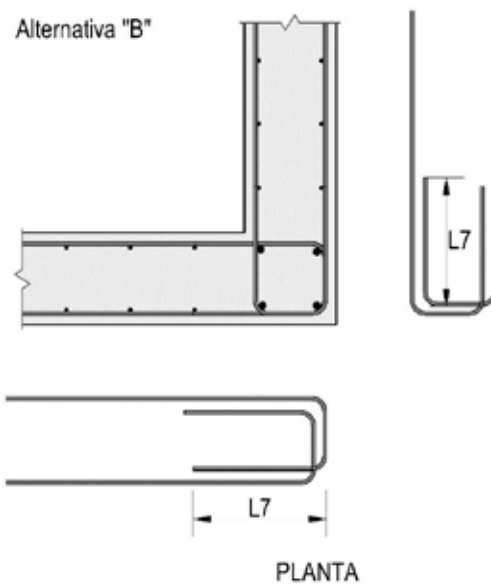
---



## ENCUENTRO DE MURO EN L (CASO 2)



Alternativa "B"



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



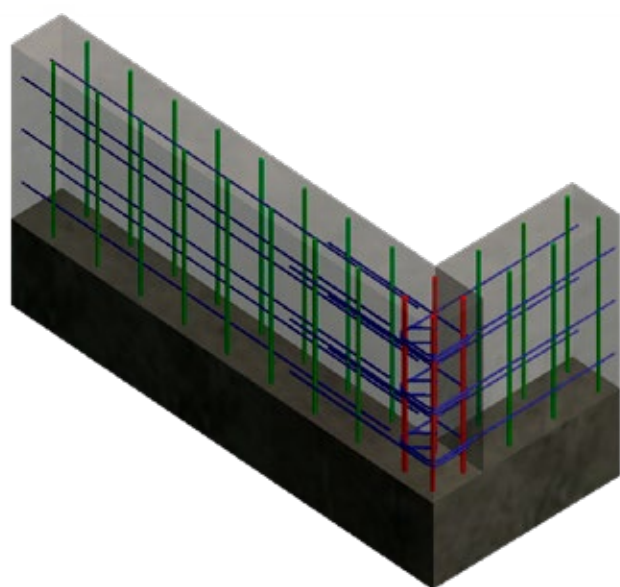
---



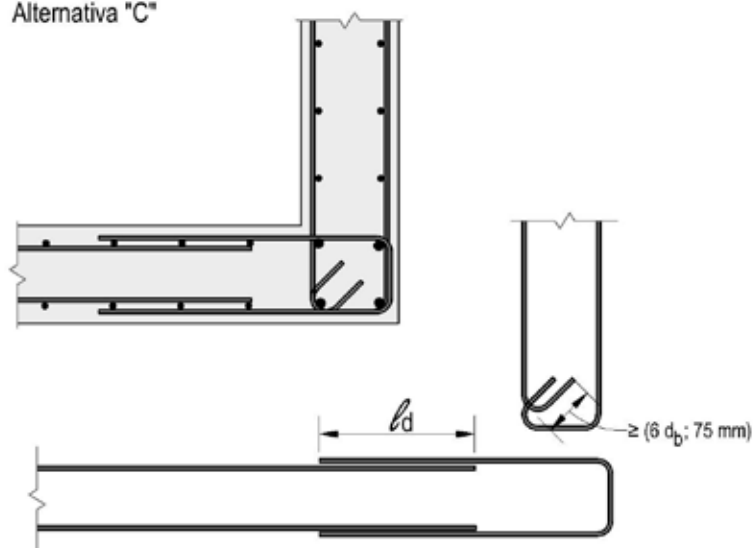
---



## **ENCUENTRO DE MURO EN L (CASO 3)**



Alternativa "C"



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



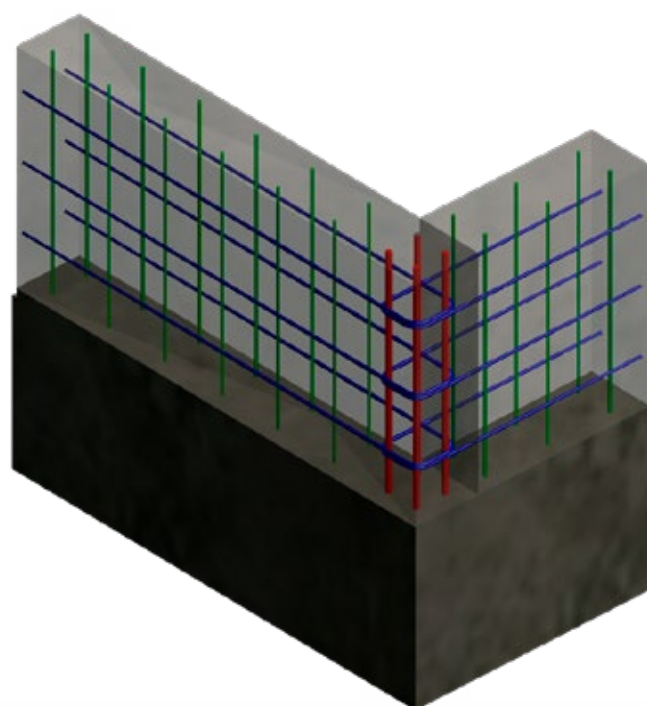
---



---



## ENCUENTRO DE MUROS DELGADOS EN L



Alternativa "A"  
 Muro Delgado < 150mm.



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

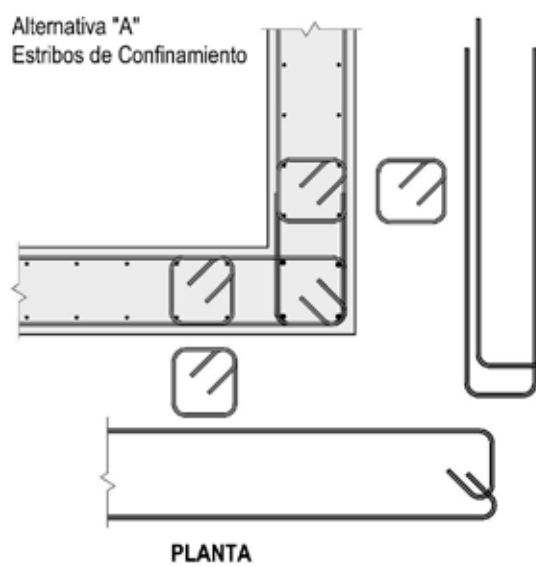
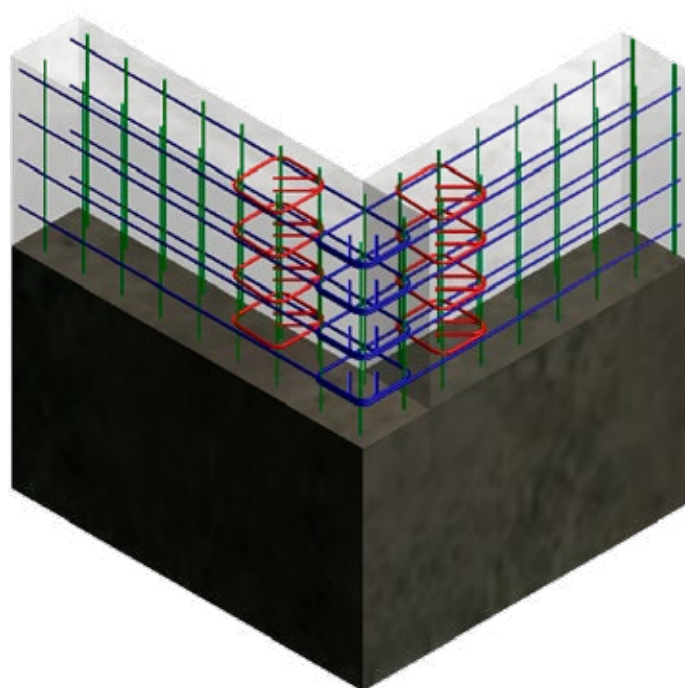
---

---

---



## CONFINAMIENTO DE MUROS EN L (CASO 1)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



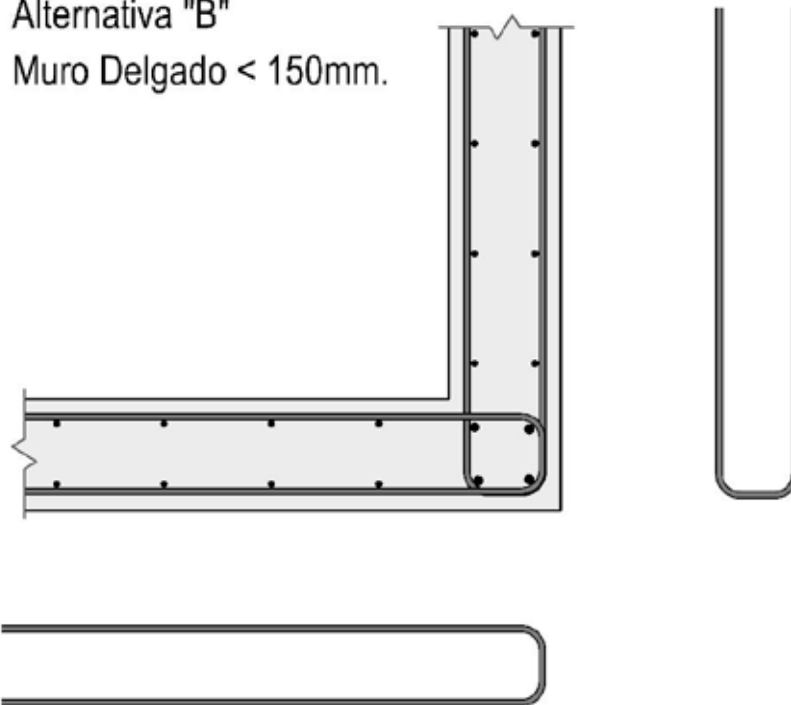
---



---

## CONFINAMIENTO DE MUROS EN L (CASO 2)

Alternativa "B"  
 Muro Delgado < 150mm.



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---

---

---

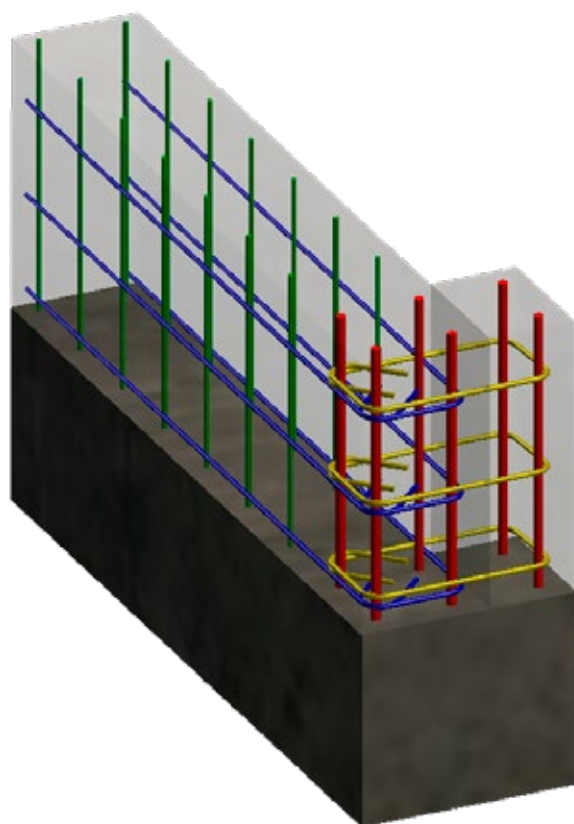
---

---

---



## ENCUENTRO DE MUROS EN L (CON UNO DE LOS MUROS CORTOS) (CASO 1)



Alternativa "A"



PLANTA



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



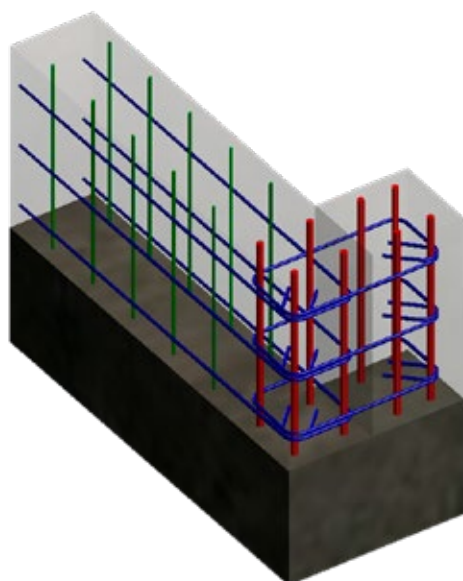
---



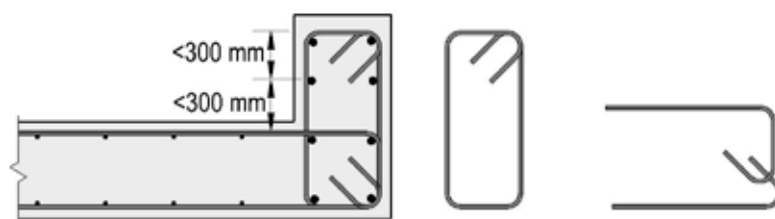
---



## ENCUENTRO DE MUROS EN L (CON UNO DE LOS MUROS CORTOS) (CASO 2)



Alternativa "B"



PLANTA

Se entiende por un muro corto aquel que no supera los 1500 mm, de longitud

### Observaciones y comentarios

---

---

---

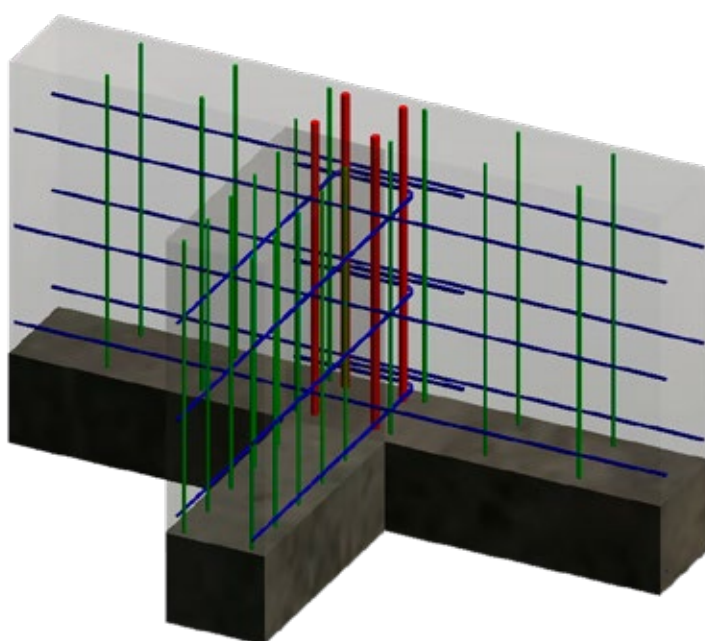
---

---

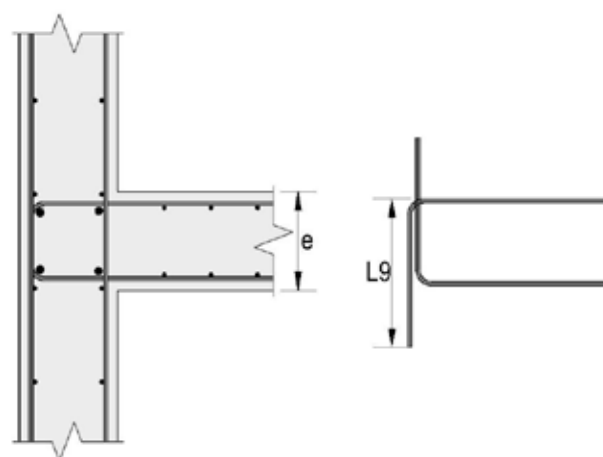
---



## ENCUENTRO DE MUROS EN T (CASO 1)



Alternativa "A"



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



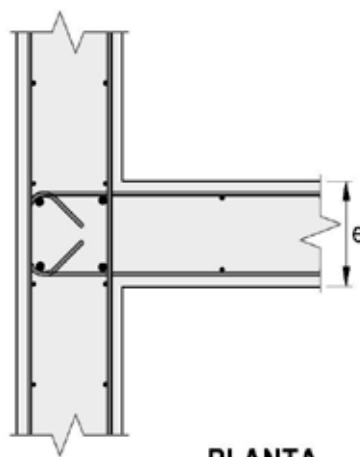
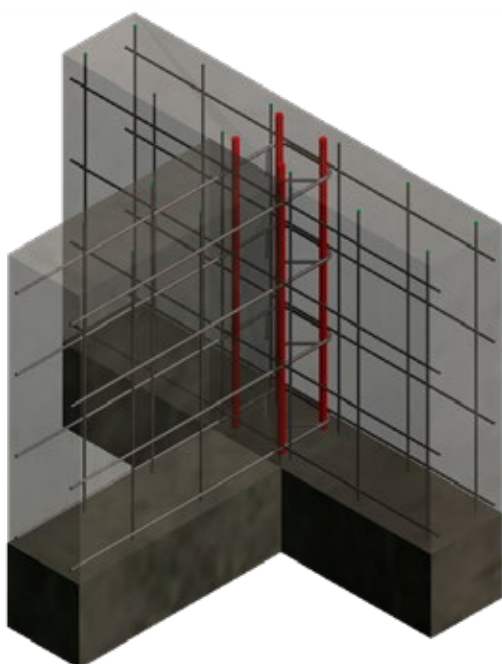
---



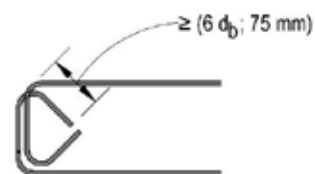
---



## ENCUENTRO DE MUROS EN T (CASO 2)



PLANTA



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

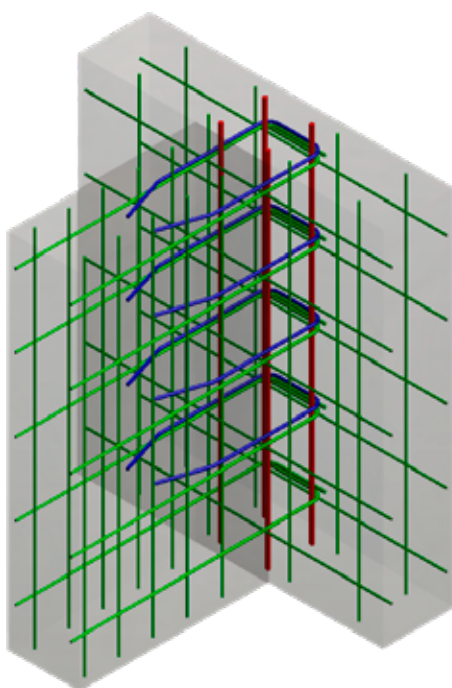
---

---

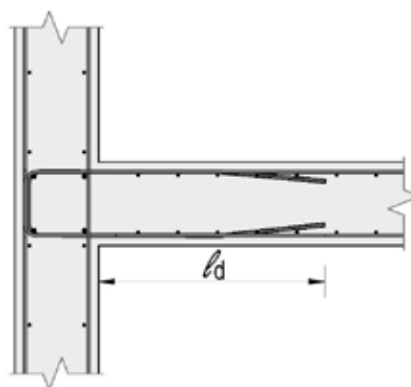




## ENCUENTRO DE MUROS EN T (CASO 3)



Alternativa "C"



PLANTA

### Observaciones y comentarios

Para malla prefabricada

---



---



---



---



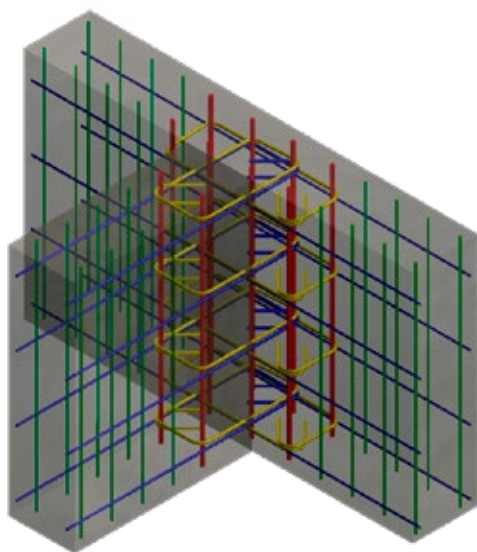
---



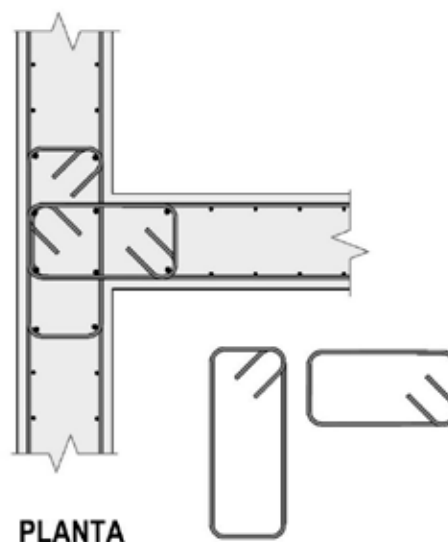
---



## CONFINAMIENTO DE MUROS EN T (CASO 1)



Alternativa "A"  
 Estribos de confinamiento



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



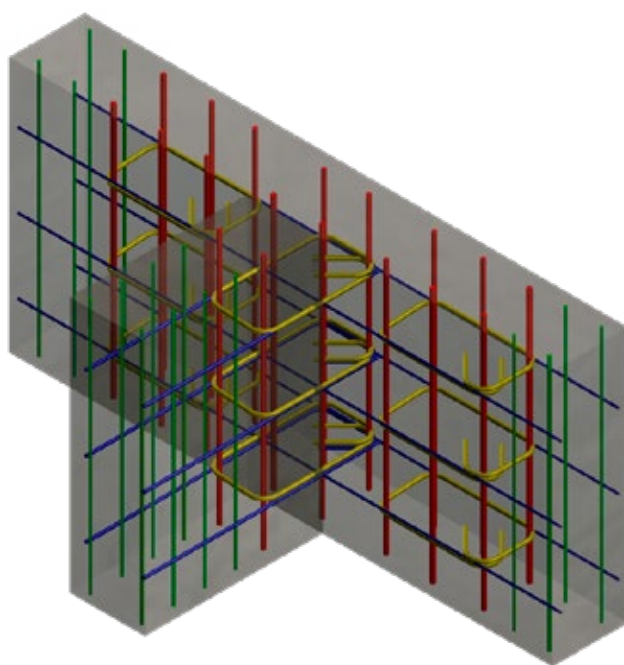
---



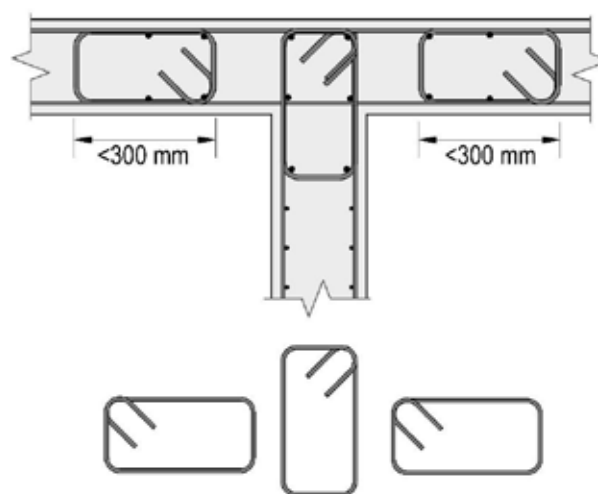
---



## CONFINAMIENTO DE MUROS EN T (CASO 2)



Alternativa "B"  
 Estribos de confinamiento



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



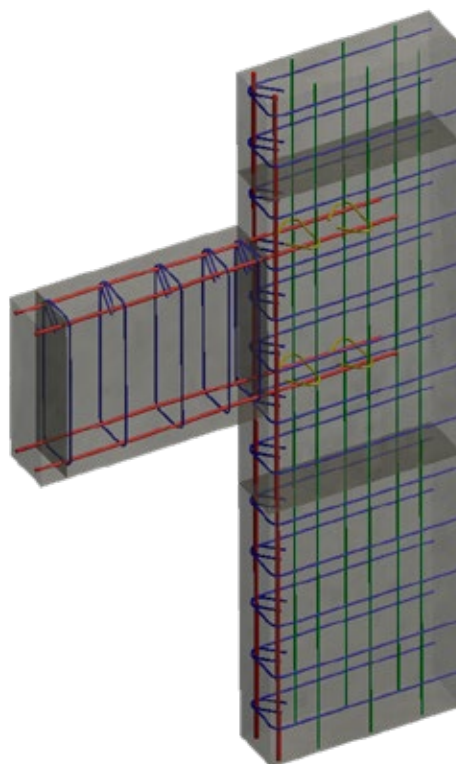
---



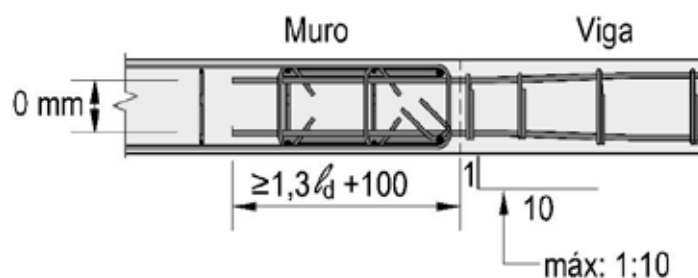
---



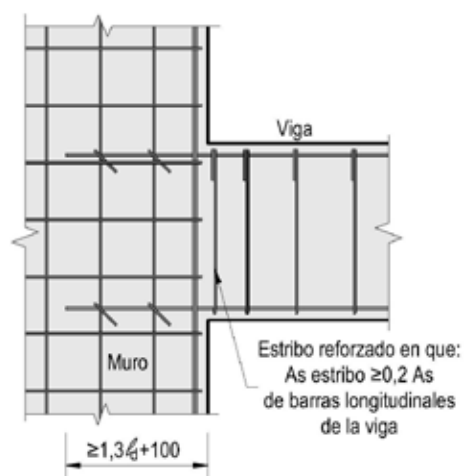
## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO DEL MISMO ESPESOR (CASO 1)



**ALTERNATIVA "A"**  
 Anclaje con barras rectas



**PLANTA**



**ELEVACIÓN**

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



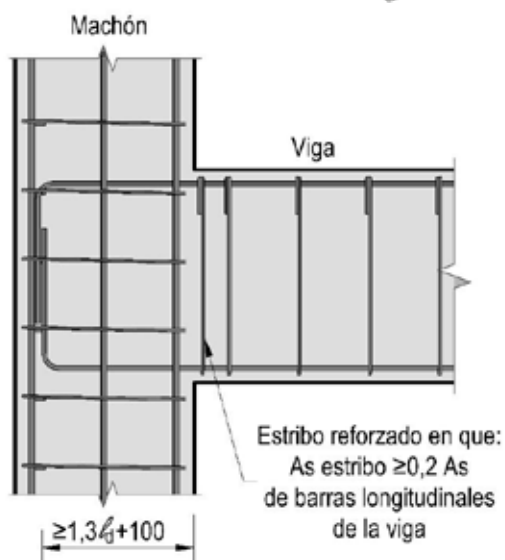
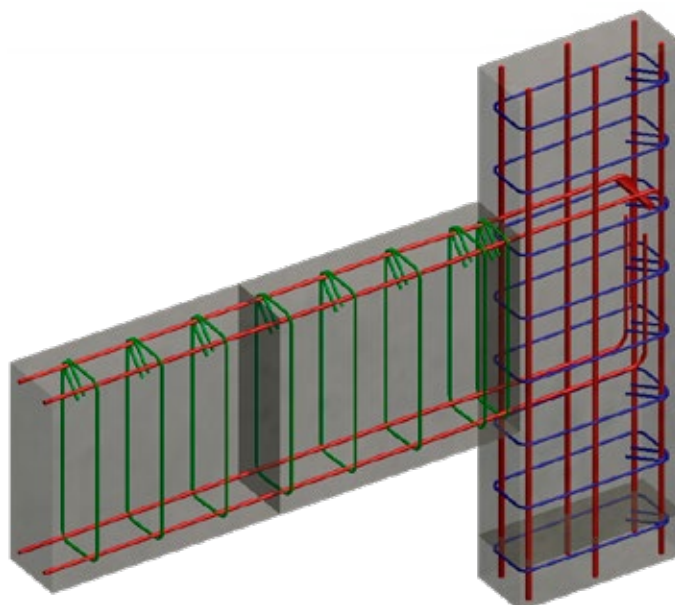
---



---

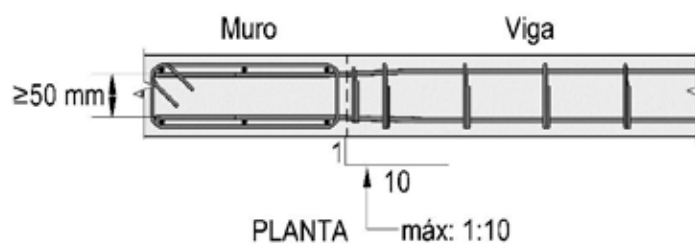


## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO DEL MISMO ESPESOR (CASO 2)



ELEVACIÓN

ALTERNATIVA "B"  
Anclaje barras con ganchos



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---

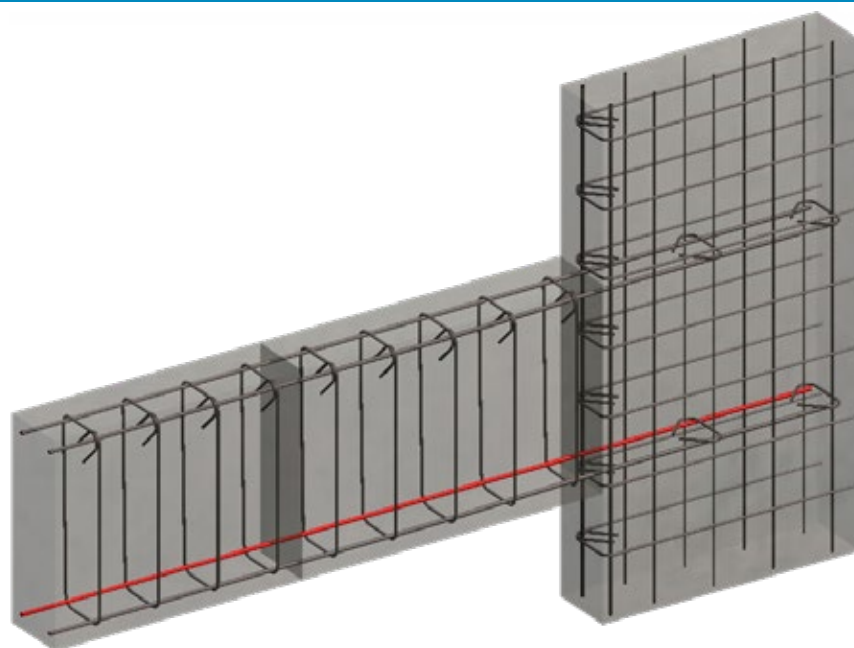


---

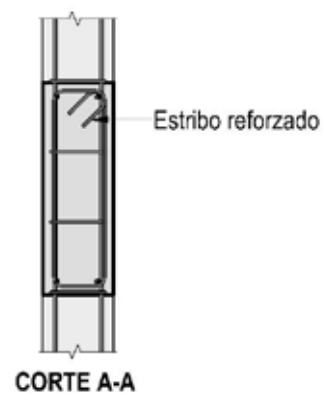
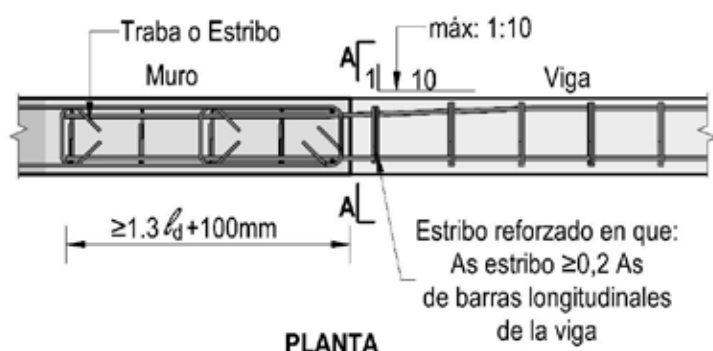


---

## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO DEL MISMO ESPESOR (CASO 3)



ALTERNATIVA "C"



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

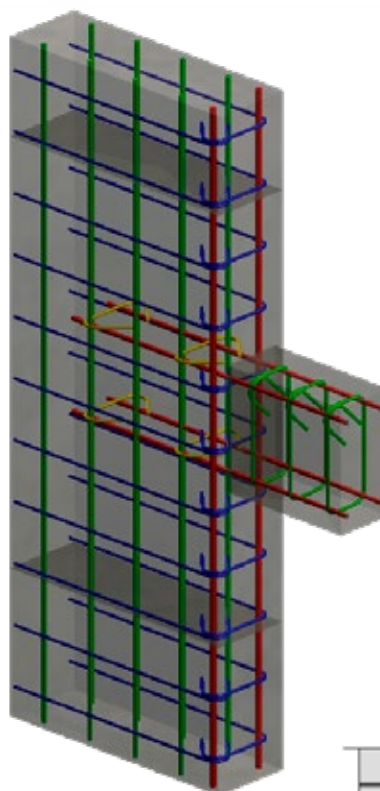
---

---

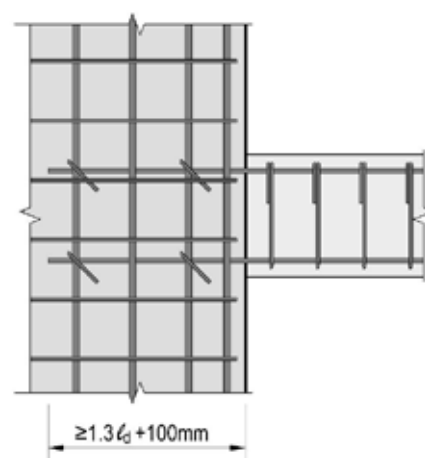
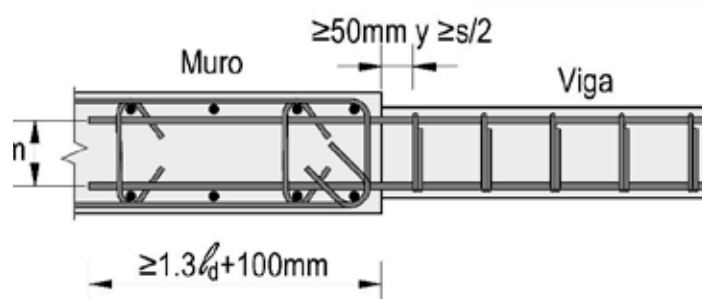
---



## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO DE MAYOR ESPESOR (CASO 1)



Anclaje con barras rectas



ELEVACIÓN

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



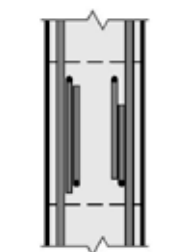
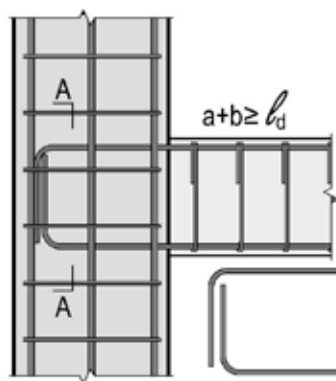
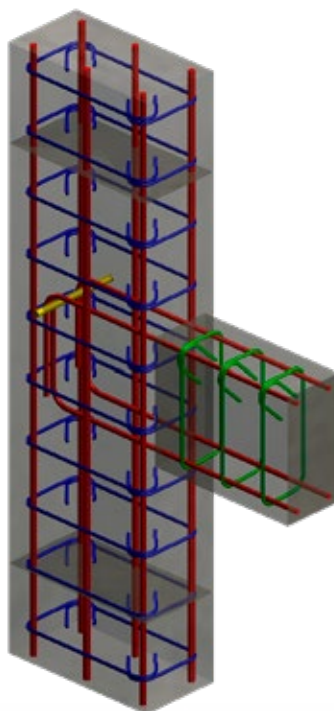
---



---



## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO DE MAYOR ESPESOR (CASO 2)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



---

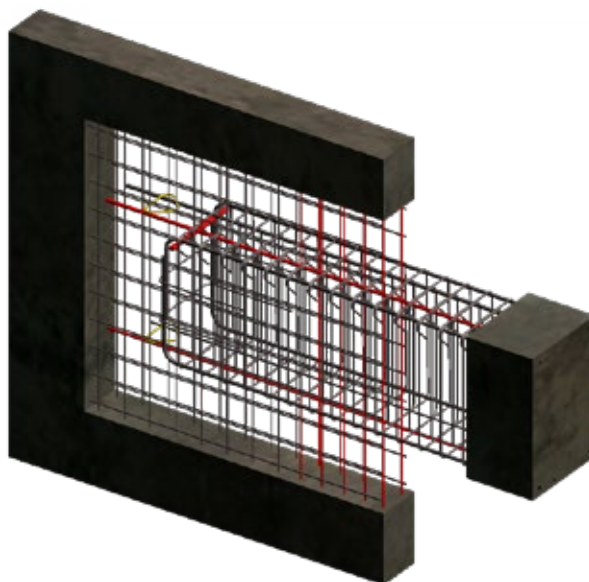


---



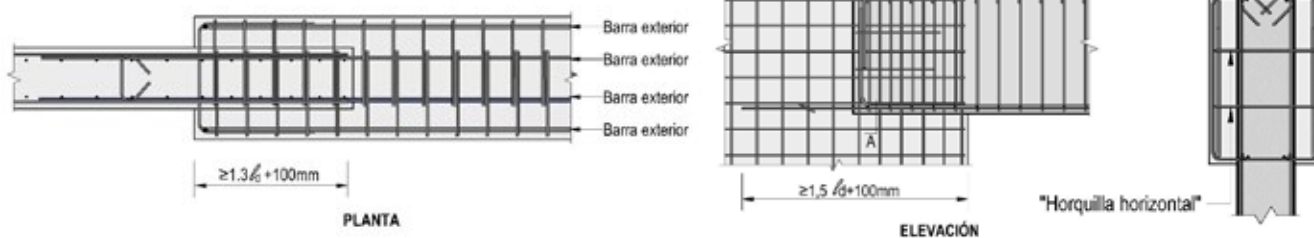


## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO DE MENOR ESPESOR (CASO 1)



### CASO A

Viga centrado con respecto al muro



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



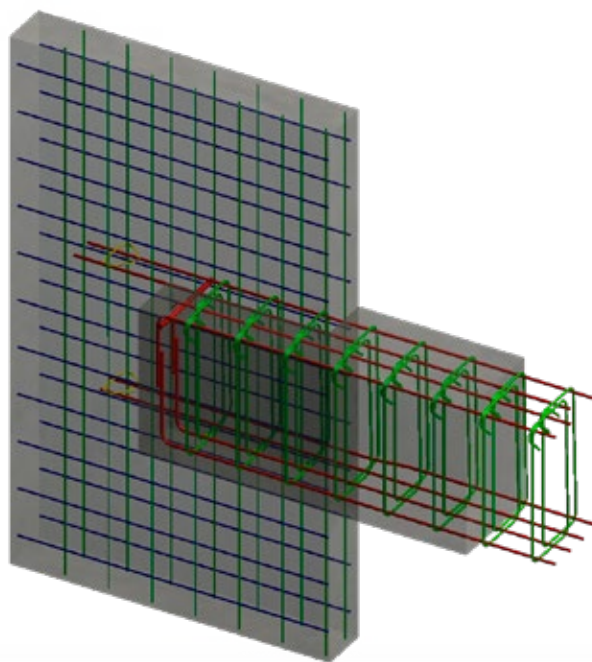
---



---



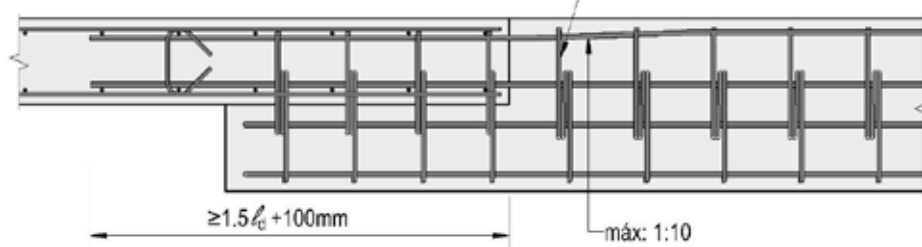
## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO DE MENOR ESPESOR (CASO 2)



### CASO B

Viga exterior por un solo lado

Estribo reforzado en que:  
 As estribo  $\geq 0,2$  As  
 mayor de la viga



PLANTA

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

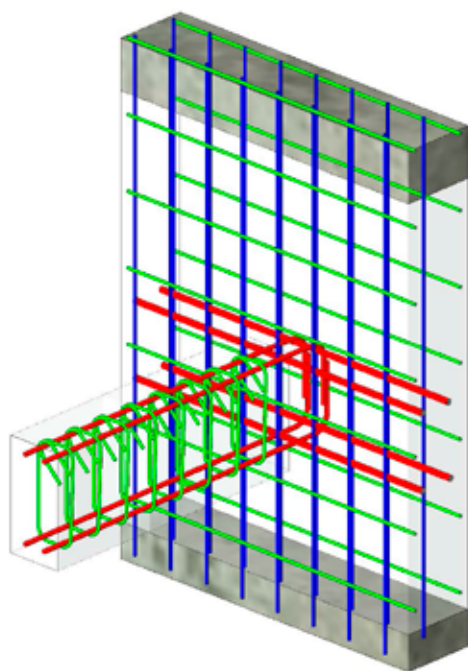
---

---

---

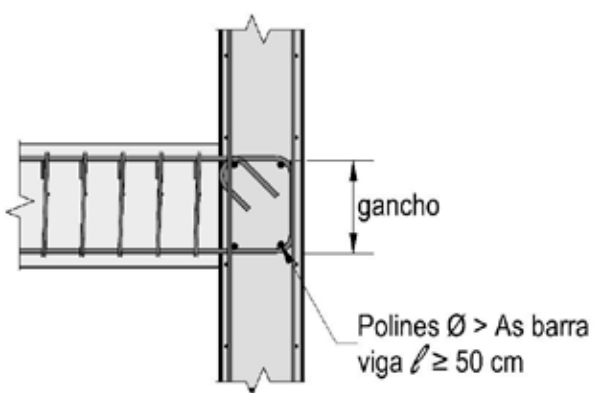


## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO ORTOGONAL A LA VIGA (CASO 1)



### CASO "A"

Barras ancladas con gancho



ELEVACIÓN

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---

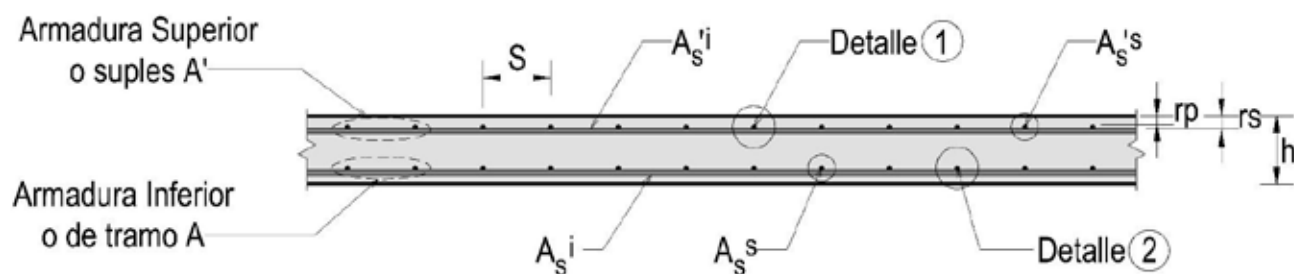


---



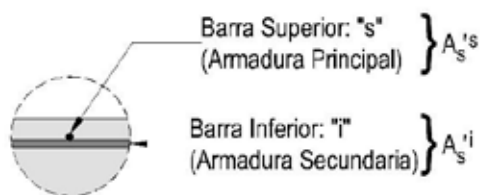
---

## LOSAS - NOTACION Y ASPECTOS GENERALES

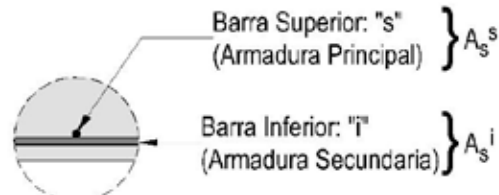


$rp$ = recubrimiento de la armadura principal  
 $rs$ = recubrimiento de la armadura secundaria

### CORTE LOSA



**DETALLE 1**



**DETALLE 2**

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



---

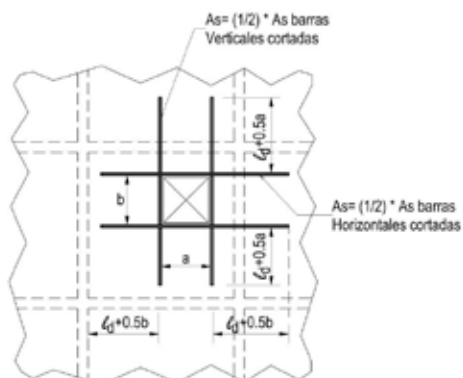


---

# REFUERZO DE PERFORACIONES DE MUROS

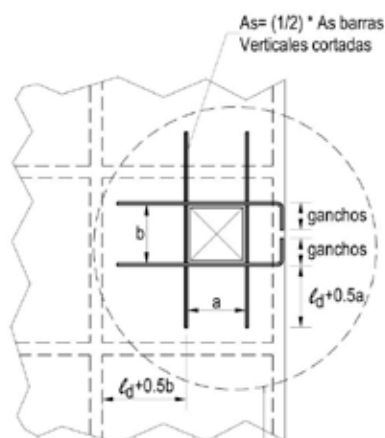
## CASO A

Perforación en zona central



## CASO B

Perforación cerca del borde



Requiere de detalle especial.  
 Consultar con Ingeniero Estructural

## Observaciones y comentarios

---



---



---



---



---

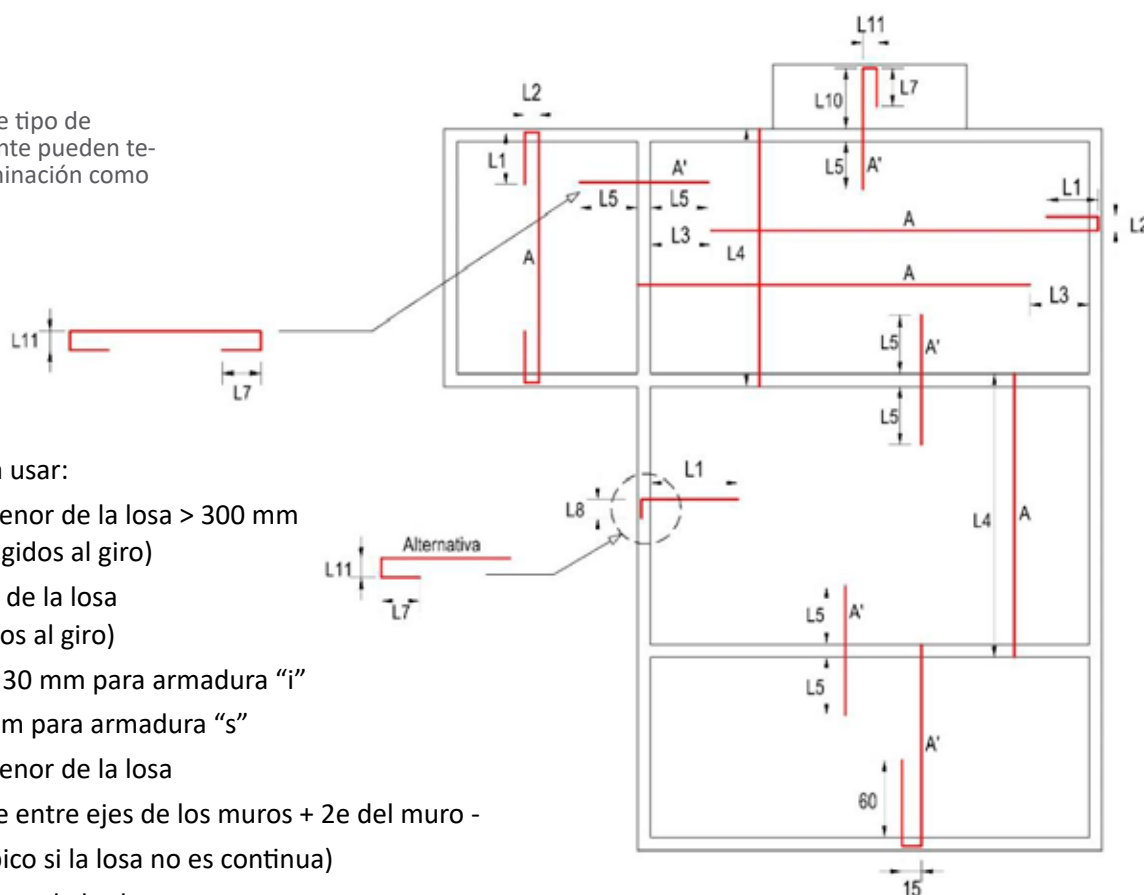


---

## LOSAS - NOTACION Y ASPECTOS GENERALES

### Opcional

Los extremos de este tipo de barras opcionalmente pueden tener ganchos de terminación como lo que se indican



**PLANTA LOSA**

### Valores mínimos a usar:

L1 = 15% de luz menor de la losa > 300 mm  
(apoyos no restringidos al giro)

25% de luz menor de la losa  
(apoyos restringidos al giro)

L2 = h de la losa + 30 mm para armadura "i"

h de la losa + 40mm para armadura "s"

L3 = 15% de luz menor de la losa

L4 = Distancia libre entre ejes de los muros + 2e del muro -  
(recubrimiento típico si la losa no es continua)

L5 = 25% de la mayor de las luces menores  
de las losas involucradas y  $> 1.3 \ell_d$

L6 =  $10d_b$

L7 =  $20d_b + 100 \text{ mm}$

L8 =  $30d_b + 100 \text{ mm}$

L9 =  $40d_b + 100 \text{ mm}$

L10 = debe llegar al borde del volado

L11 = h losa - 30 mm

### Nota General:

Los casos aquí mostrados son los de uso habitual, casos especiales van más allá del alcance de este manual.

En cualquier caso, se deberá cumplir como mínimo con lo estipulado del ACI 318-14.

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

---

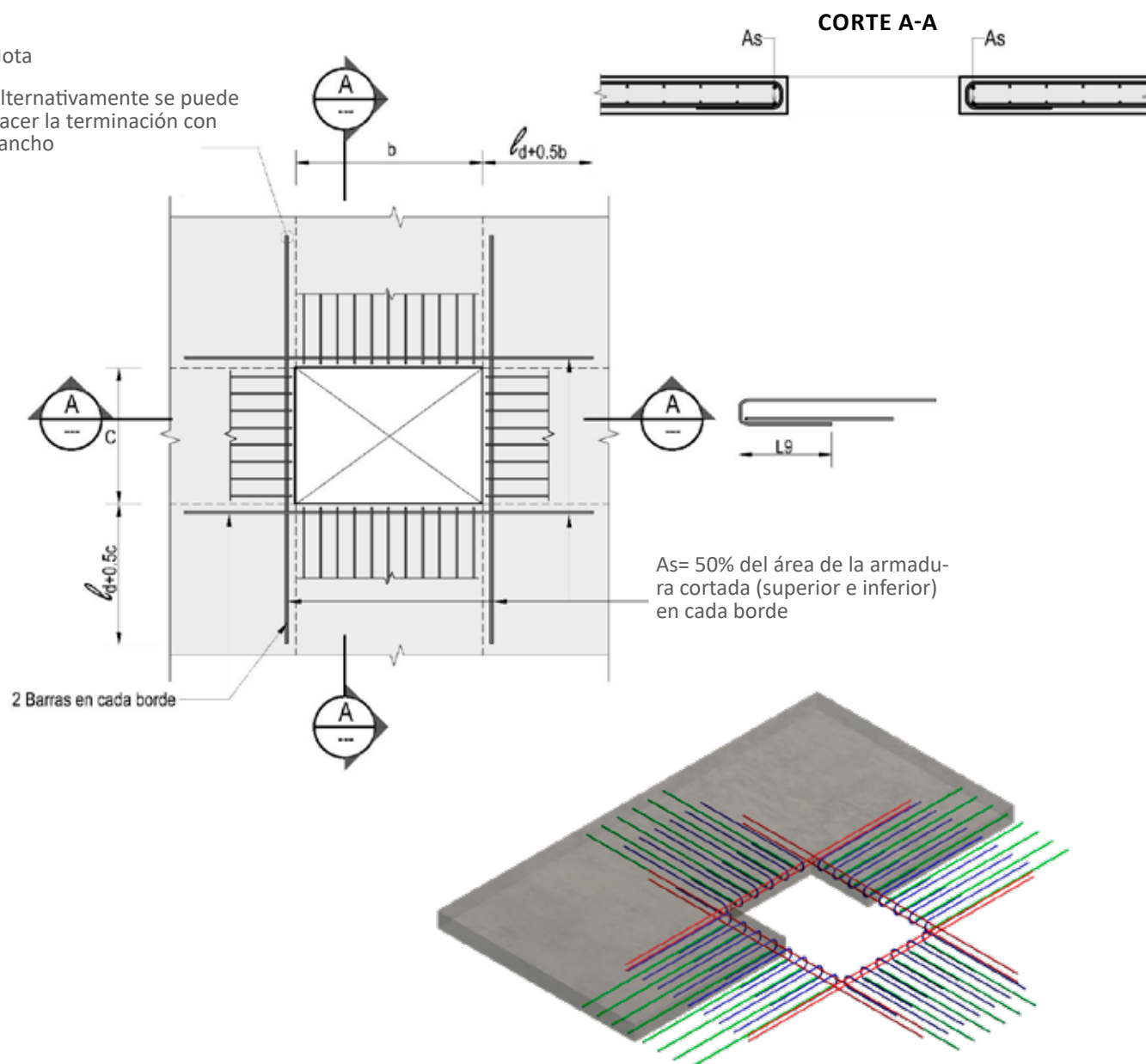
---



## LOSA CON PERFORACIÓN

Nota

Alternativamente se puede hacer la terminación con gancho



### Observaciones y comentarios

---

---

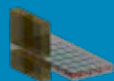
---

---

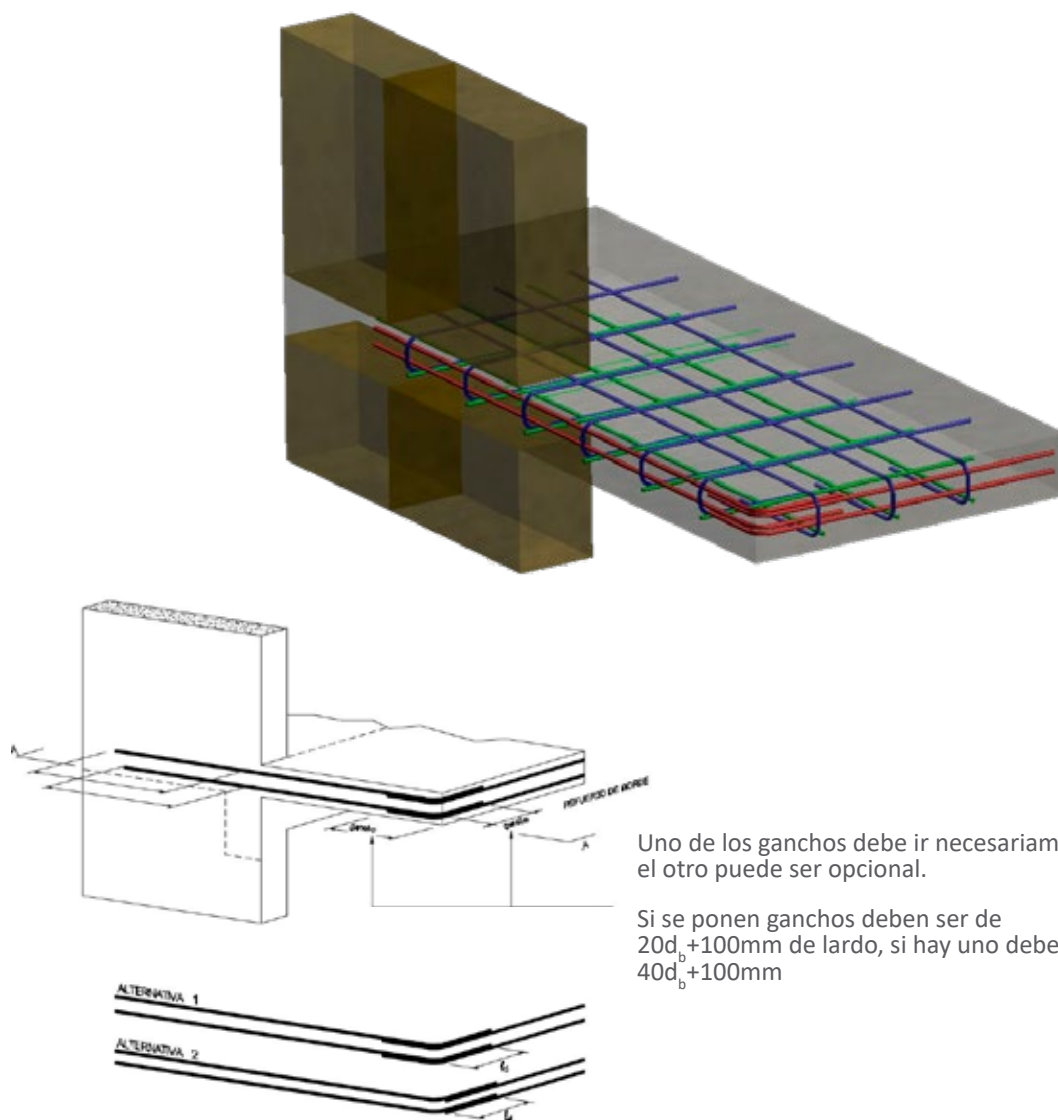
---

---

---



## LOSA - REMATE DEL BORDE DE UN VOLADIZO



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



---

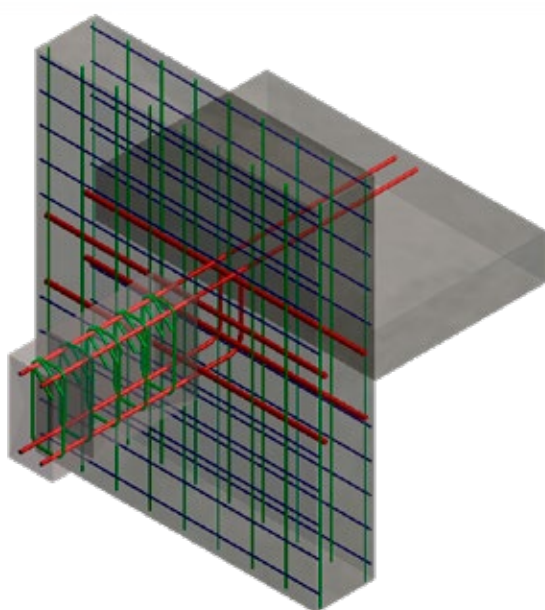


---

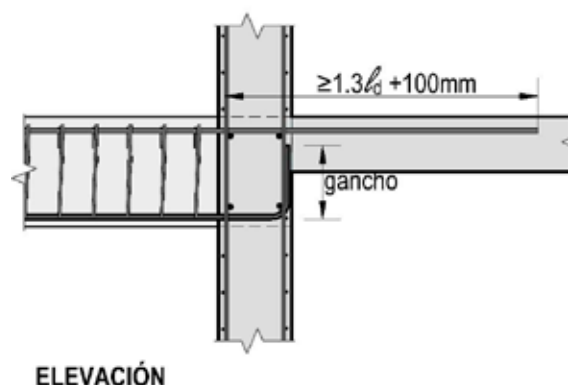




## ENCUENTRO DE VIGA CON MURO ORTOGONAL A LA VIGA (CASO 2)



**CASO "B"**  
 Barra superior anclada en losa



**ELEVACIÓN**

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



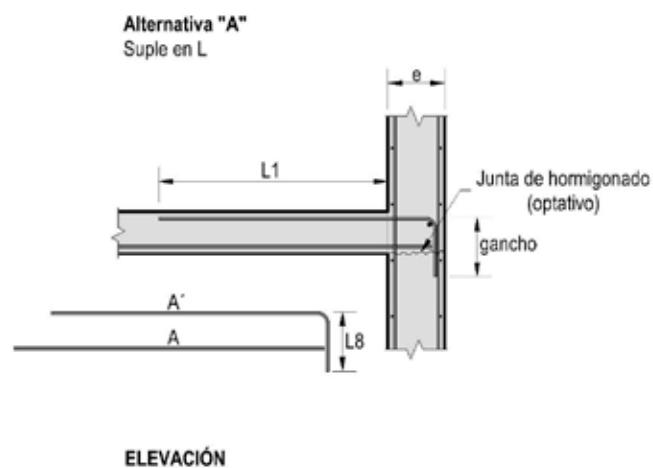
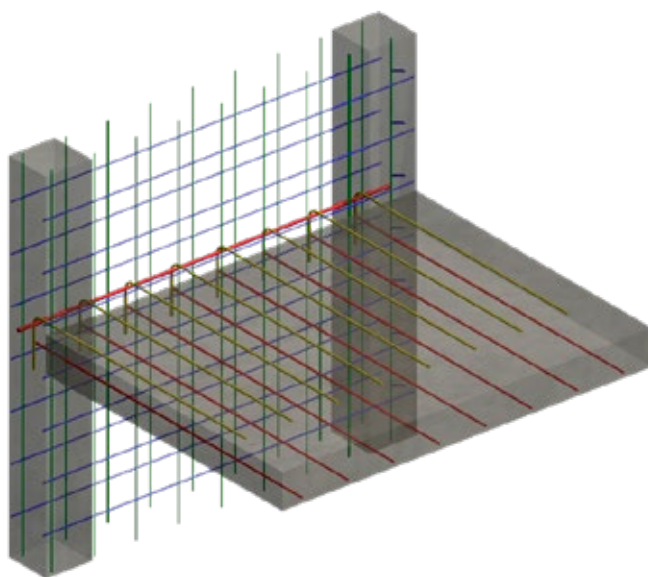
---



---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON MURO PERIMETRAL (CASO 1)



Esta alternativa es estructuralmente buena, pero tiene el inconveniente que deben colocarse los suples negativos de la losa antes de hormigonar el muro

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

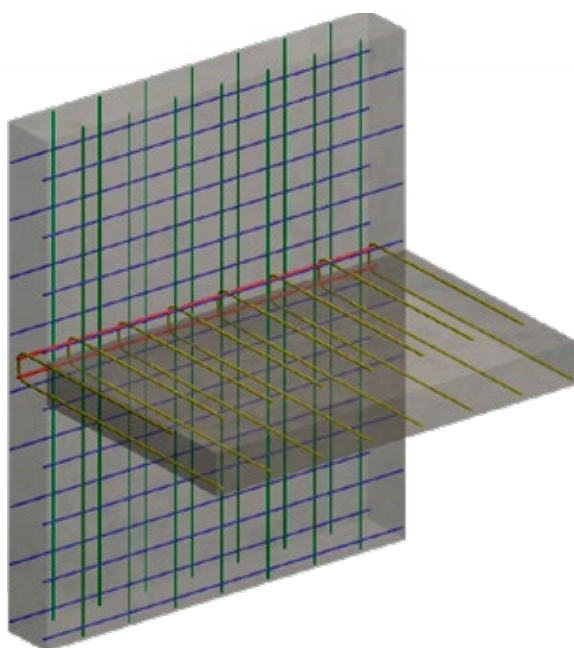
---

---

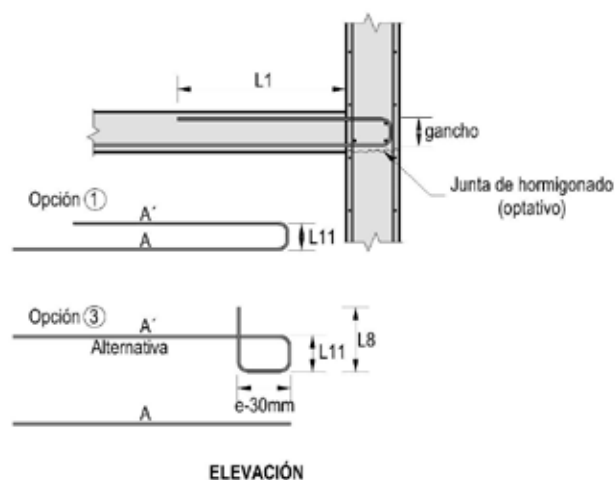
---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON MURO PERIMETRAL (CASO 2A)



**Alternativa "B"**  
 Horquilla



Nota: Opción 3 es estructuralmente buena, pero difícil de ejecutar.

### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



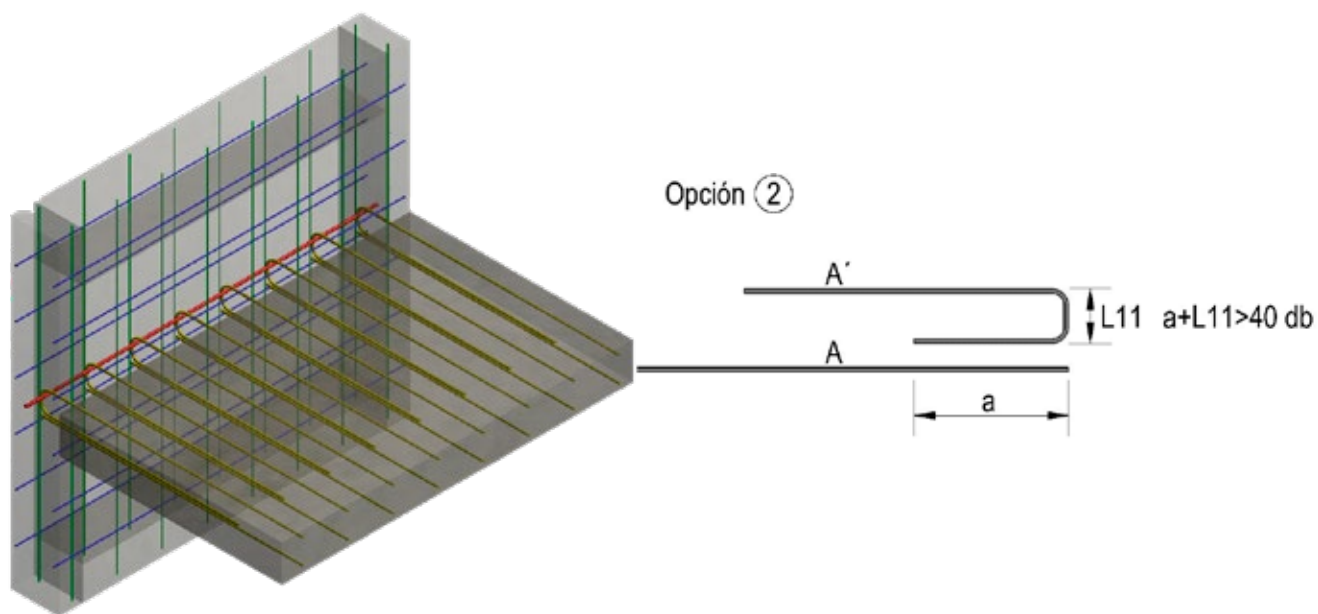
---



---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON MURO PERIMETRAL (CASO 2B)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



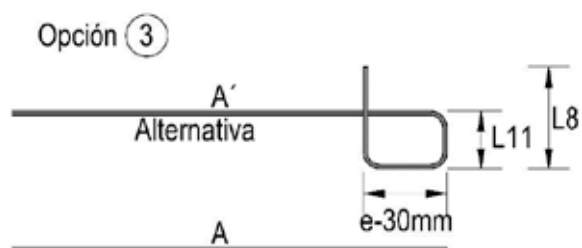
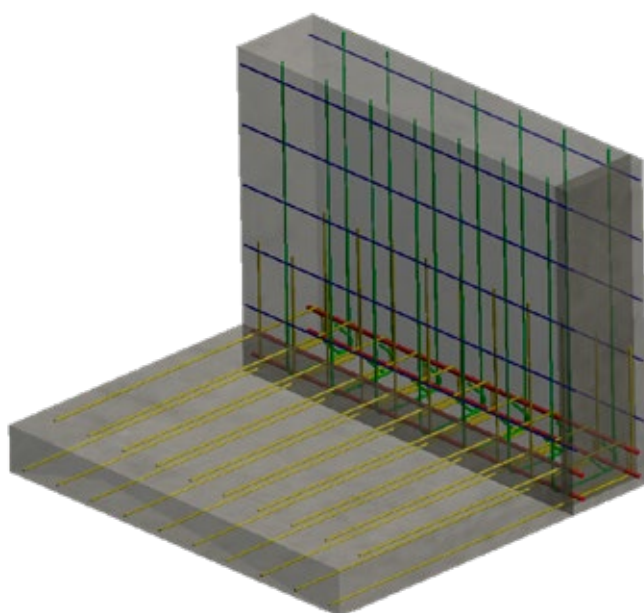
---



---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON MURO PERIMETRAL (CASO 2C)



### Observaciones y comentarios

Opción 3 es estructuralmente buena, pero difícil de ejecutar

---



---



---



---



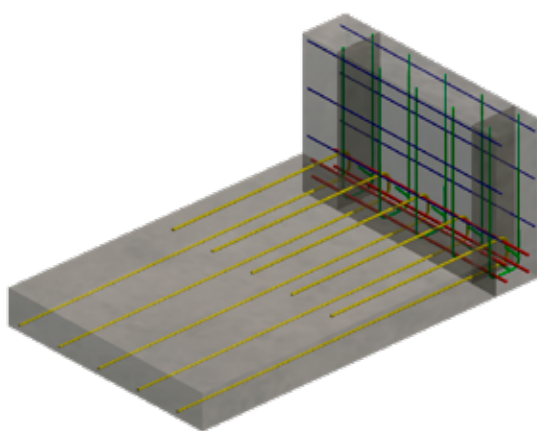
---



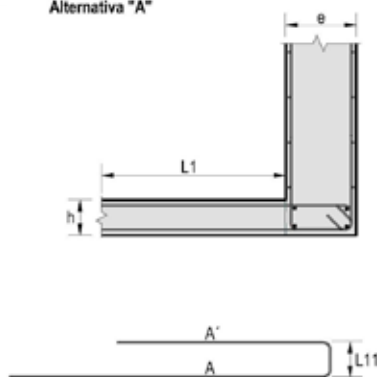
---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON MURO A VIGA ALTA INVERTIDA (CASO 1)



Alternativa "A"



Nota:

Evitar empalmes en el borde inferior.

Estos esfuerzos se deben disponer de manera que puedan resistir parte del peso propio de la losa y los esfuerzos que genera el momento que se genera en el apoyo

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

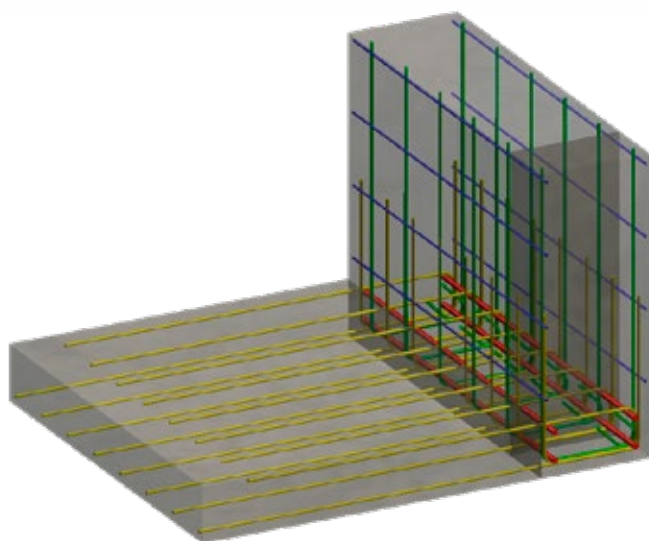
---

---

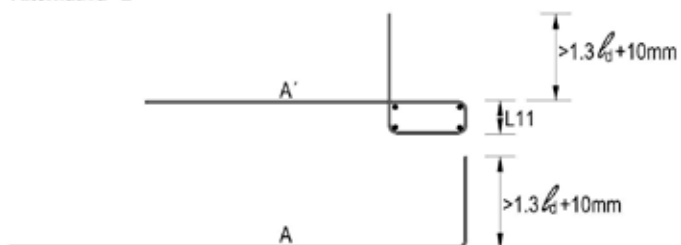
---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON MURO A VIGA ALTA INVERTIDA (CASO 2)



Alternativa "B"



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



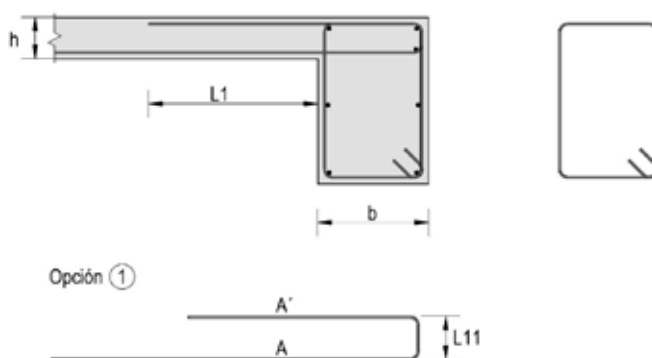
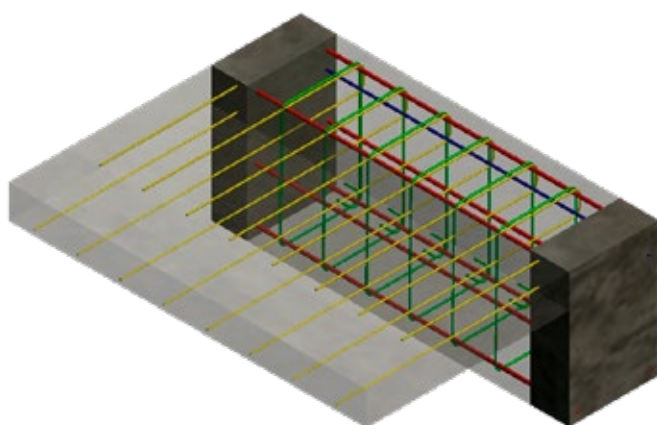
---



---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON VIGA NORMAL



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

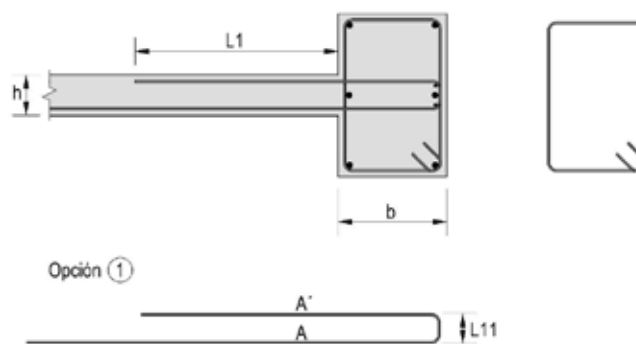
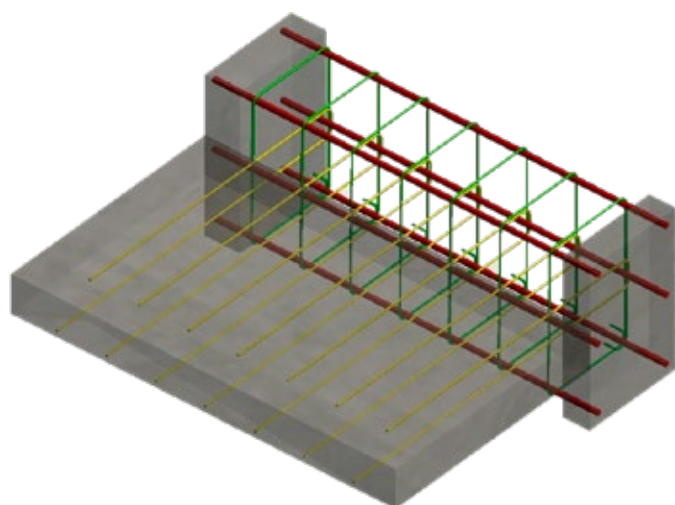
---

---





## ENCUENTRO DE LOSAS CON VIGA SEMI-INVERTIDA



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

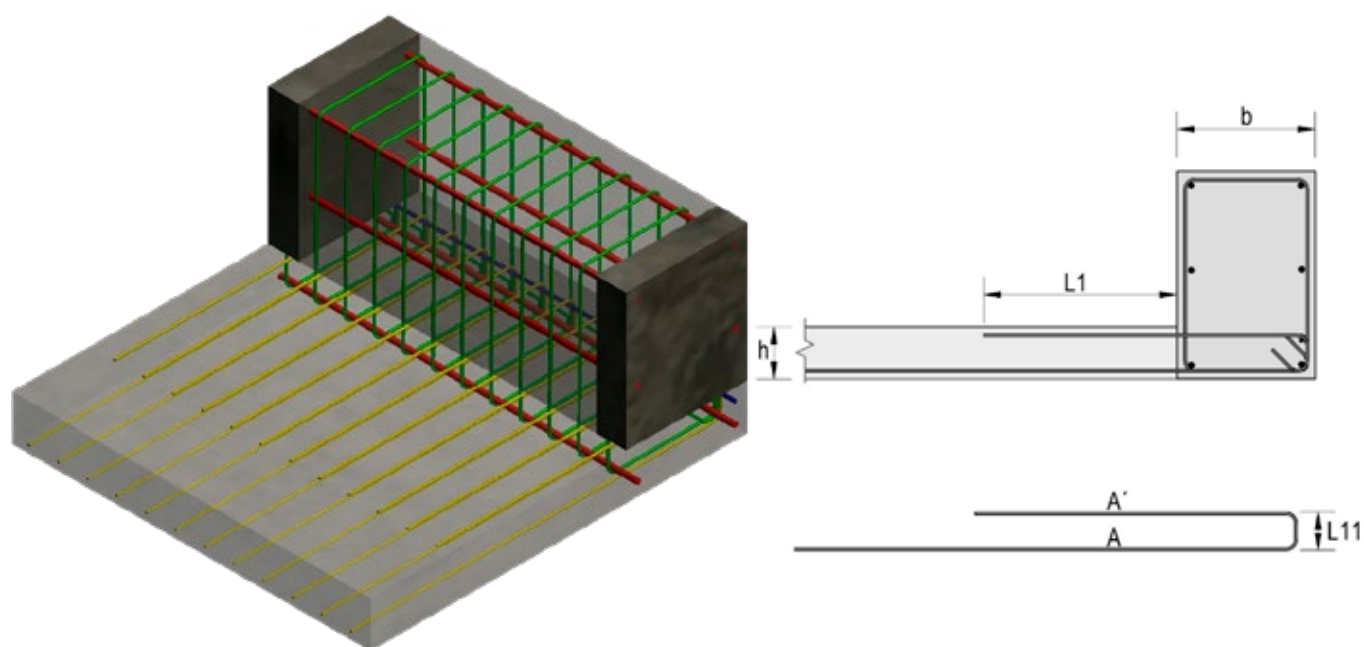
---

---

---



## ENCUENTRO DE LOSAS CON VIGA INVERTIDA



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

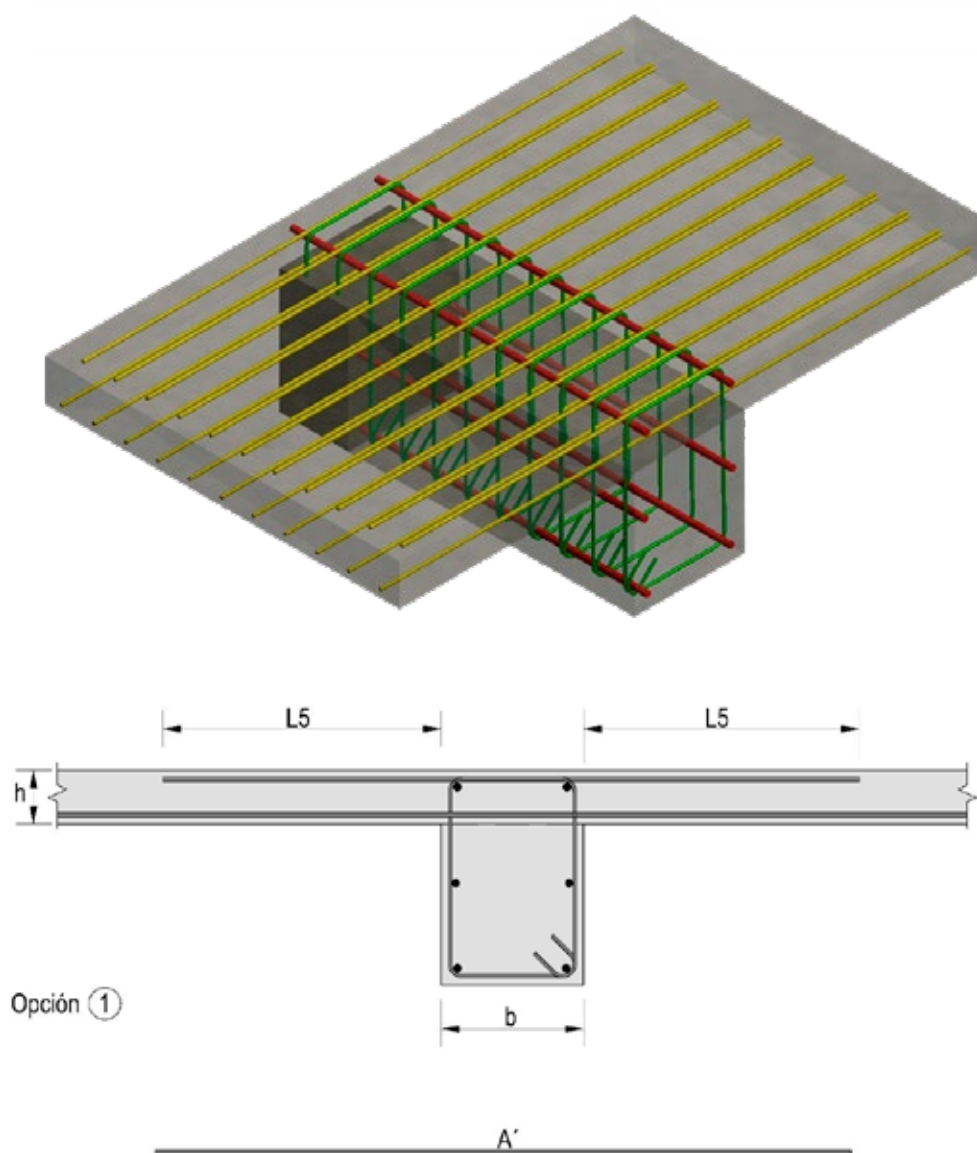
---

---

---



## ENCUENTRO DE LOSA CONTINUA CON VIGA NORMAL (CASO 1)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



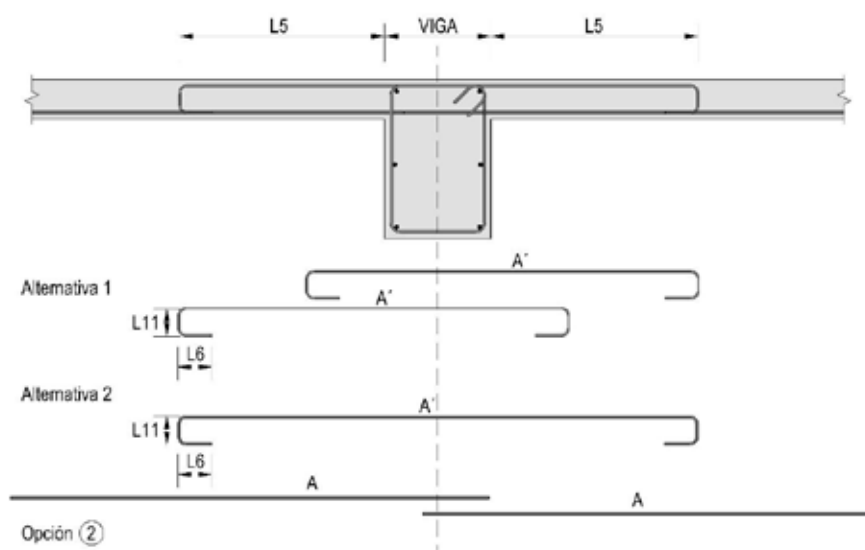
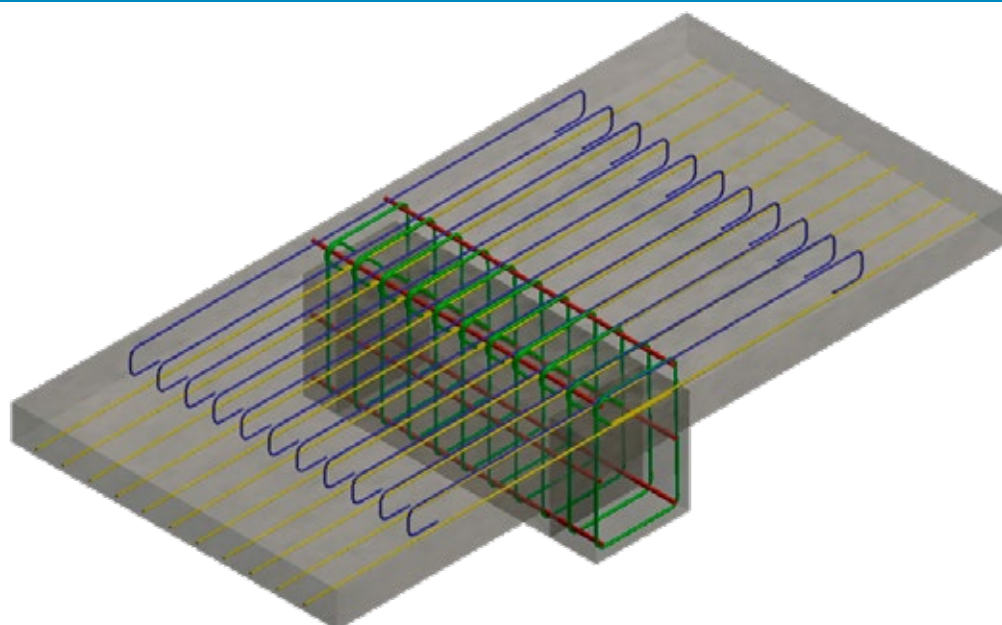
---



---



## ENCUENTRO DE LOSA CONTINUA CON VIGA NORMAL (CASO 2)



### Observaciones y comentarios

---



---



---



---



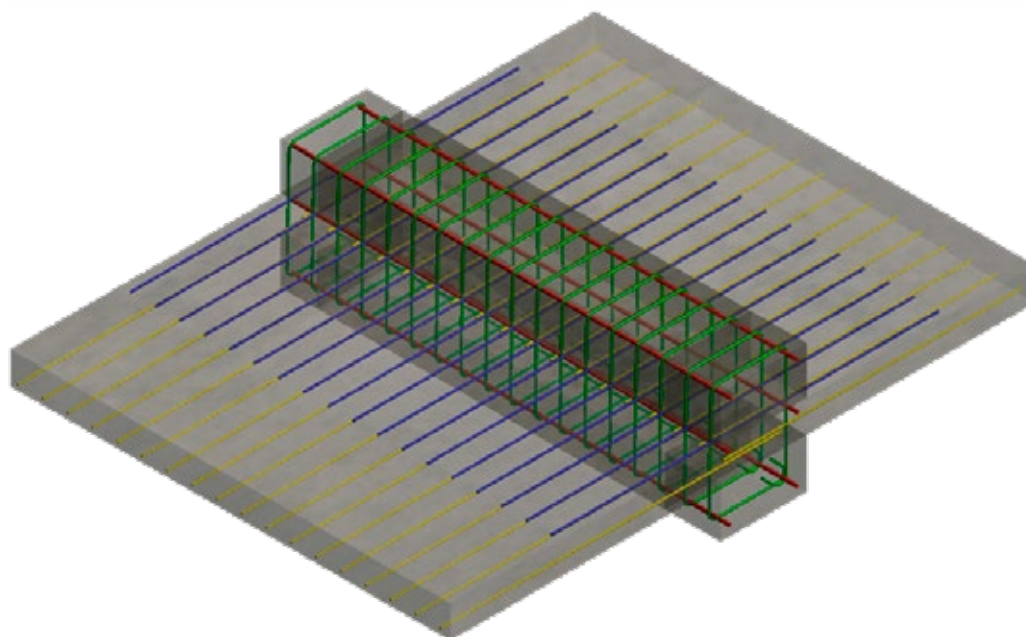
---



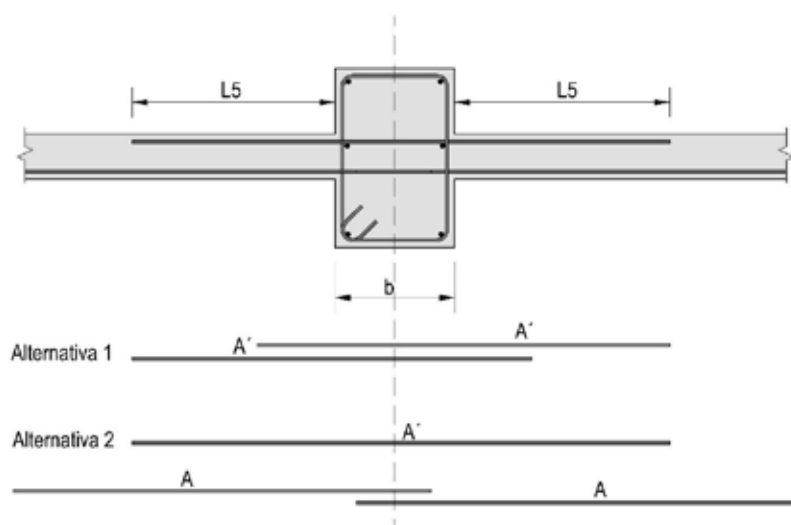
---



## ENCUENTRO DE LOSA CONTINUA CON VIGA SEMI-INVERTIDA



ENCUENTRO DE LOSA CON VIGA SEMI-INVERTIDA



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

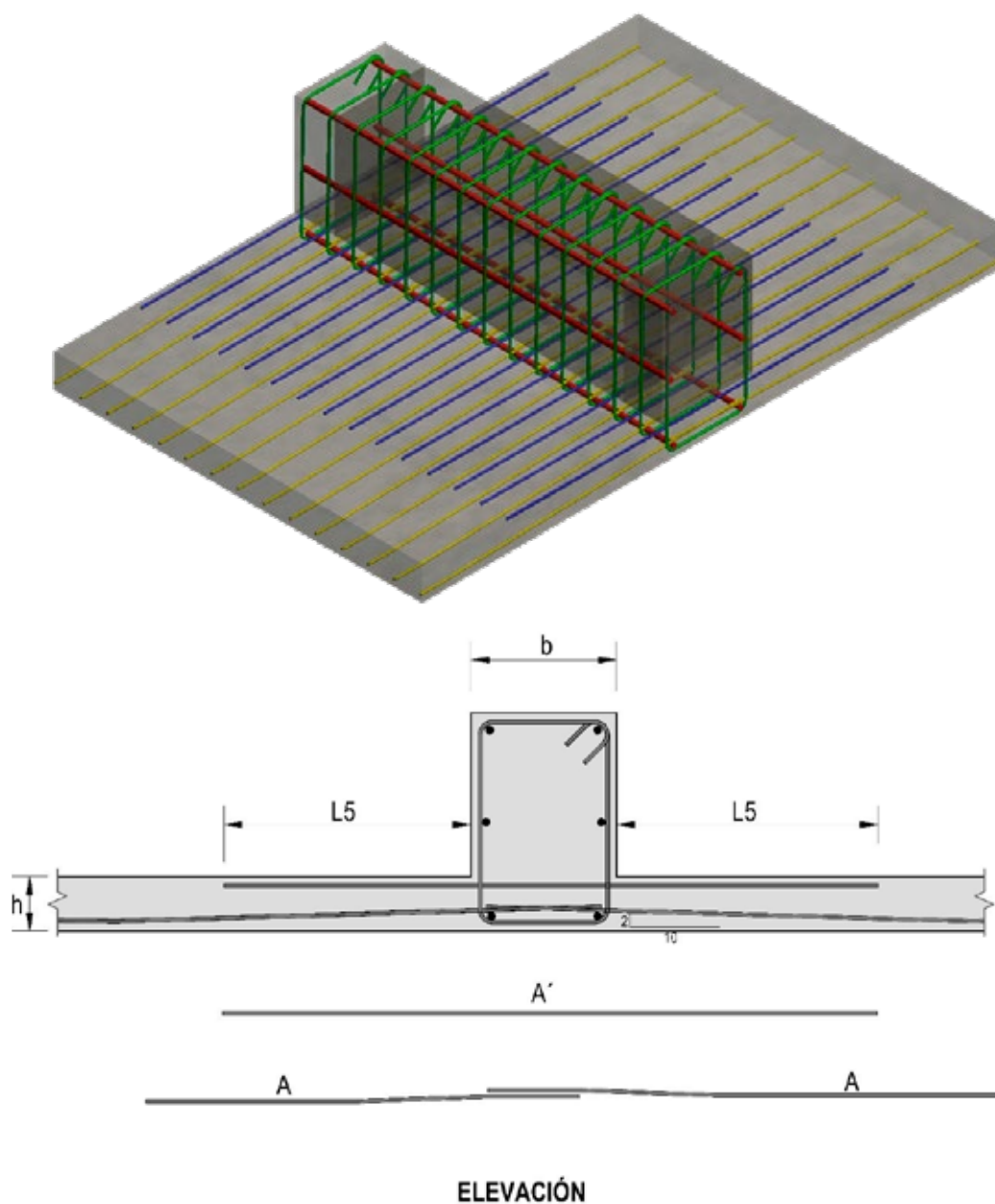
---

---

---



## ENCUENTRO DE LOSA CONTINUA CON VIGA INVERTIDA



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

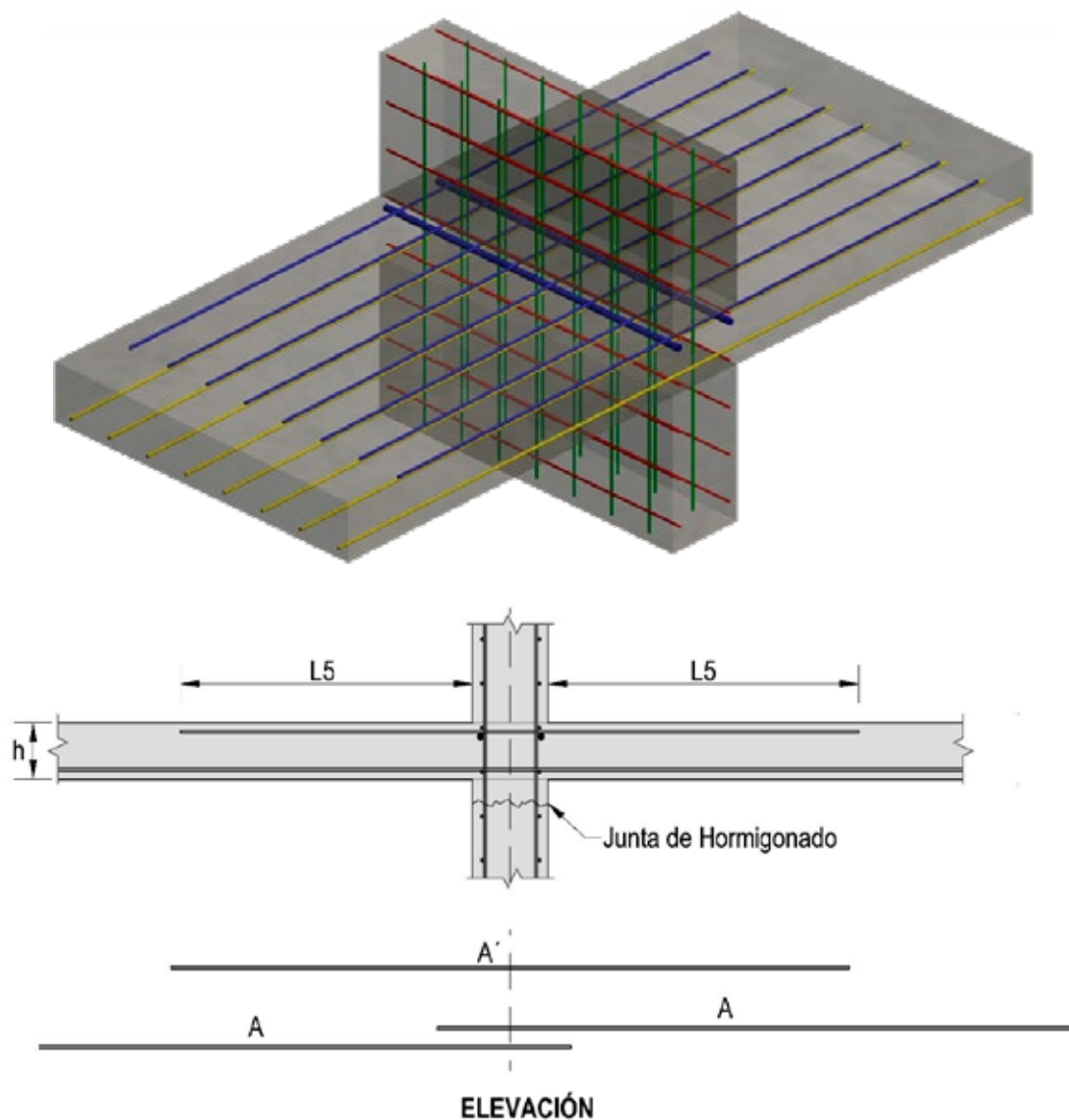
---

---

---



## ENCUENTRO DE LOSA CONTINUA CON MURO INTERIOR



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

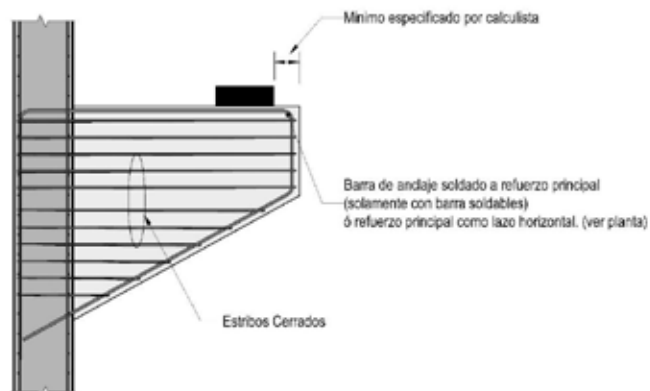
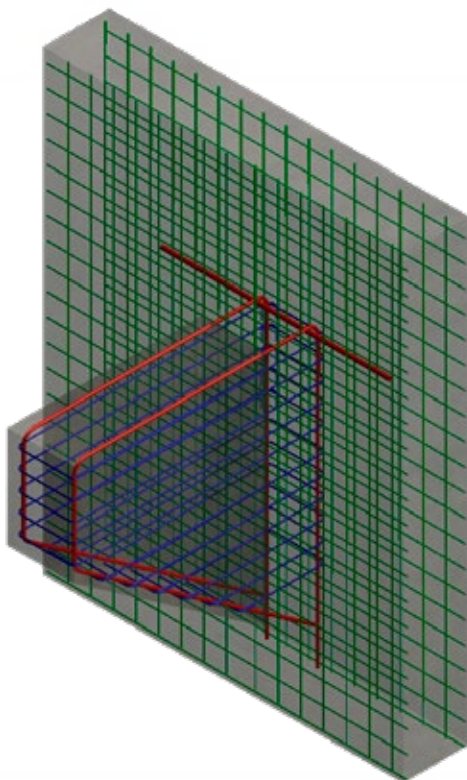
---

---





## REFUERZO DE CONSOLAS



ELEVACIÓN



PLANTA

Nota: El anclaje del refuerzo principal en el extremo libre de la consola, debe ser especificado por el ingeniero estructural .

### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

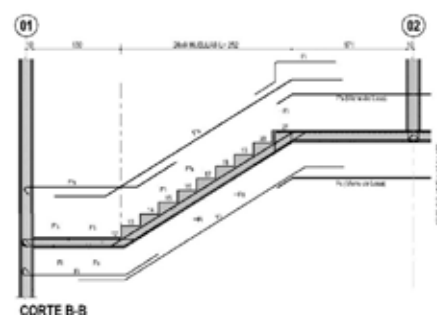
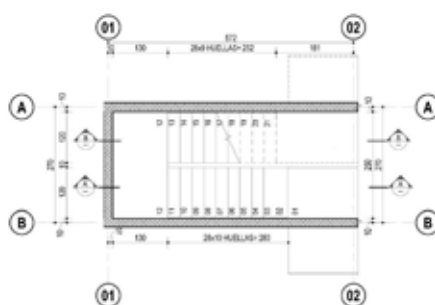
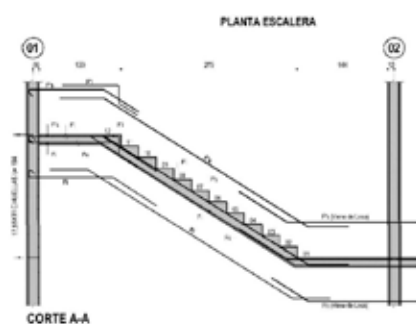
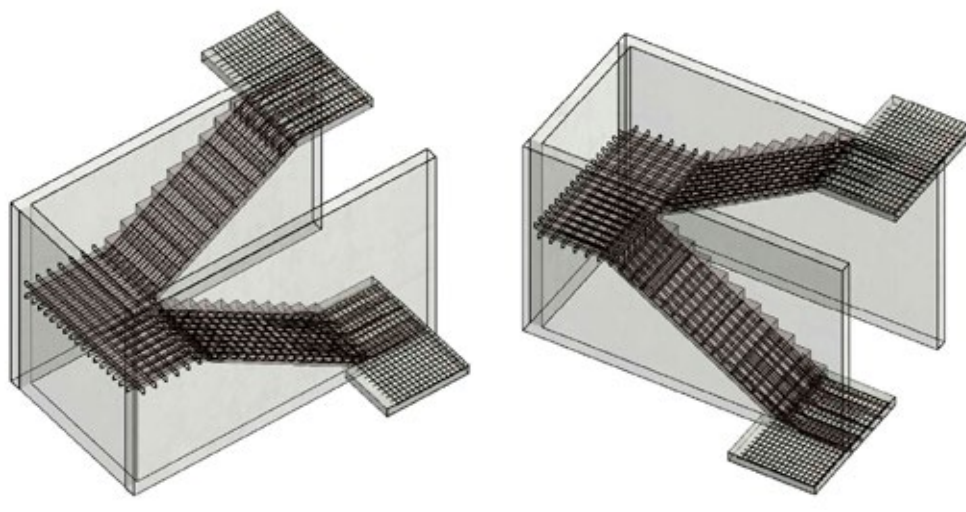
---

---

---



## REFUERZO DE ESCALERA TRADICIONAL



### Observaciones y comentarios

---

---

---

---

---

---

---

---



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 7.1** ACI 318-14, “Requisitos del Reglamento para Concreto Estructural y Comentario”, American Concrete Institute, Detroit, MI, USA, 2014.
- 7.2** ACI, “ACI Detailing Manual-2004” American Concrete Institute, Detroit, MI, USA, 2004.
- 7.3** CRSI, “ Reinforcing Bar Detailing” Concrete Reinforcing Steel Institute, Schaumburg, Illinois, USA, 2000.
- 7.4** David A. Fanella, “Seismic Detailing of Concrete Buildings” Portland Cement Association, 2nd Edition, Illinois, USA, 2007.
- 7.5** Gerdau Aza “Manual de Armaduras de Refuerzo para Hormigón (Fabricación, Instalación, Protección)”, Gerdau Aza, Santiago, Chile, 2008.
- 7.6** Javier Fernández “Recomendaciones para la Disposición de Armadura en Elementos Típicos de Hormigón Armado”, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, 2003.
- 7.7** José Calavera, “Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado”, Intemac, Vizcaya, España 1993.
- 7.8** Standard Method of Detailing Structural Concrete” The Institution of Structural Engineers of the Concrete Society, London, 1989.